



TUGAS AKHIR - MS 141501

**ANALISIS PENGARUH HUBUNGAN KONGESTI
PELABUHAN DENGAN DEMURRAGE KAPAL MUATAN
CURAH DAN GENERAL CARGO STUDIKASUS:
TEMINAL JAMRUD**

Fariddatul Choeroh
NRP 04411240000007

Dosen Pembimbing
Firmanto Hadi, S.T., M.Sc.
Achmad mustakim, S.T., M.BA.

DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018



TUGAS AKHIR - MS 141501

**ANALISIS PENGARUH HUBUNGAN KONGESTI
PELABUHAN DENGAN DEMURRAGE KAPAL MUATAN
CURAH DAN GENERAL CARGO STUDI KASUS:
TERMINAL JAMRUD**

Fariddatul Choeroh
NRP 04411240000007

Dosen Pembimbing
Firmanto Hadi, S.T., M.Sc.
Achmad mustakim, S.T., M.BA.

DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018



FINAL PROJECT - MS 141501

**CORRELATION ANALYSIS OF PORT CONGESTION
WITH DEMURRAGE ON BULK CARRIER AND
GENERAL CARGO SHIP CASE STUDY: JAMRUD
TERMINAL**

Fariddatul Choeroh
NRP 04411240000007

Supervisor
Firmanto Hadi, S.T., M.Sc.
Achmad mustakim, S.T., M.BA.

DEPARTMENT OF MARINE TRANSPORTATION ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PENGARUH HUBUNGAN KONGESTI PELABUHAN DENGAN DEMURRAGE KAPAL MUATAN CURAH DAN GENERAL CARGO STUDI KASUS: TERMINAL JAMRUD

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program S1 Departemen Teknik Transportasi Laut
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

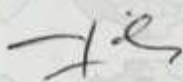
Oleh:

FARIDDATUL CHOEROH

N.R.P. 04411240000007

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir

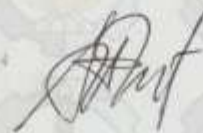
Dosen Pembimbing 1



Firmanto Hadi, S.T., M.Sc.
NIP. 19690610 199512 1 001



Dosen Pembimbing 2



Achmad Mustakim, S.T., M.T., M.BA.
NIP. 1988060 5201504 1 003

SURABAYA, JULI 2018

LEMBAR REVISI

ANALISIS PENGARUH HUBUNGAN KONGESTI PELABUHAN DENGAN DEMURRAGE KAPAL MUATAN CURAH DAN GENERAL CARGO STUDI KASUS: TERMINAL JAMRUD

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai hasil sidang Ujian Tugas Akhir
Tanggal 17 Juli 2018

Bidang Keahlian Pelabuhan
Departemen Teknik Transportasi Laut
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

FARIDDATUL CHOEROH

N.R.P. 04411240000007

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Ir. Tri Achmadi, Ph.D.
2. Dr. -Ing. Setyo Nugroho
3. Eka Wahyu Ardhi, S.T., M.T.
4. Hasan Iqbal Nur, S.T., M.T.

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Firmanto Hadi, S.T., M.Sc.
2. Achmad Mustakim, S.T., M.T., M.BA.



Handwritten signatures of the examiners and supervisors, each followed by a dotted line for a name or title.

SURABAYA, JULI 2018

Dipersembahkan untuk:

***Ayah dan Ibu tercinta (Kusnan dan Maisaroh) yang senantiasa sabar,
bekerja keras dan selalu berdo'a untuk kesuksesan putrinya***

***Kakak dan Adik (Indra dan Oni) yang selalu memberi dorongan dan
dukungan selama ini.***

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT karena atas karunia yang diberikan Tugas Akhir ini yang berjudul **“Analisis Pengaruh Hubungan Kongesti Pelabuhan Dengan Demurrage Kapal Muatan Curah Dan General Cargo Studikusus: Teminal Jamrud”** dapat selesai dengan baik.

Pada kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu penyelesaian Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Kedua orang tua, kakak, dan adik yang senantiasa berdoa dan memberikan dukungan baik moril maupun materiil.
2. Bapak Firmanto Hadi, S.T., M.Sc. dan Bapak Achmad Mustakim S.T., M.T., M.BA. selaku Dosen Pembimbing yang sabar membimbing dan memotivasi selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini;
3. Bapak Ir. Tri Achmadi, Ph.D selaku Kepala Departemen Teknik Transportasi Laut yang dengan sabar telah memberikan bimbingan, ilmu dan arahan selama masa perkuliahan.
4. Bapak Dr. Ing. Setyo Nugroho selaku dosen wali yang selalu memberikan motivasi, bimbingan, dan kuliah kehidupan diluar kurikulum.
5. Seluruh dosen Departemen Teknik Transportasi Laut yang sabar membimbing selama perkuliahan maupun diluar perkuliahan dan Karyawan Tata Usaha yang telah membantu kelancaran perkuliahan.
6. PT. PELINDO III Cabang Surabaya atas informasi data kedatangan kapal khususnya di Terminal Jamrud.
7. Leli, Fitri, Ida, serta seluruh teman-teman SEATRANS 2012 dan FORCASTLE P52.

8. Aliyah, Suci, dan teman-teman SEATRANS 2013, 2014, dll yang saling memberi motivasi dan semangat dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
9. Bella, Mbak Lili, Mbak Tifa, Mbak Mimin dan seluruh penghuni Kost Keputih Utara 75B.
10. Seluruh pihak yang telah membantu penulis baik selama pengerjaan maupun penyusunan Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis sadar bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan. Akhir kata semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Surabaya, Juli 2018

FARIDDATUL CHOEROH

ANALISIS PENGARUH HUBUNGAN KONGESTI PELABUHAN DENGAN DEMURRAGE KAPAL MUATAN CURAH DAN GENERAL CARGO STUDI KASUS: TERMINAL JAMRUD

Nama Mahasiswa : FARIDDATUL CHOEROH
NRP : 04411240000007
Departemen / Fakultas : Departemen Teknik Transportasi Laut /
Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : 1. Firmanto Hadi, S.T., M.Sc.
2. Achmad Mustakim, S.T., M.T., M.BA.

ABSTRAK

Terjadinya kongesti menyebabkan semakin lama waktu yang dihabiskan kapal di pelabuhan, ditambah lagi adanya kongesti mempengaruhi waktu tunggu kapal untuk mendapatkan tambatan yang tentu saja mengakibatkan kerugian waktu maupun finansial. Untuk kapal dengan sistem sewa khususnya pelayaran tramper waktu tunggu dapat mengakibatkan munculnya biaya *demurrage*, yaitu denda yang dibebankan penyewa kapal atau pemilik muatan. Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan persamaan demurrage serta hubungan ukuran dan kongesti kapal terhadap *demurrage*. Metode simulasi diskrit digunakan untuk memodelkan proses pelayanan kapal di pelabuhan untuk memperoleh waktu-waktu kinerja pelabuhan menggunakan software ARENA. Simulasi model eksisting diperoleh rata-rata total demurrage per bulan sebesar 3,3 ribu jam dengan rata-rata total waktu tunggu sebesar 3,2 jam. Hasil persamaan hubungan waktu tunggu dengan demurrage menggunakan pendekatan analisis regresi linier adalah $Y = 1,0428X - 7,3904$, dimana Y adalah total *demurrage* dan X adalah total waktu tunggu. Adapun untuk skenario perbaikan yang dapat menurunkan waktu *demurrage* adalah skenario 3 dengan asumsi menambah alat bongkar muat untuk kapal kluster 1,2, dan 4. Rata-rata penurunan waktu total *demurrage* pada skenario 3 dibandingkan model simulasi eksisting mencapai 480 jam per bulannya.

Kata kunci: *Demurrage*, Kongesti Pelabuhan, simulasi diskrit, *laytime*, waktu tunggu kapal

CORRELATION ANALYSIS OF PORT CONGESTION WITH DEMURRAGE ON BULK CARRIER AND GENERAL CARGO CASE STUDY: JAMRUD TERMINAL

Author : FARIDDATUL CHOEROH
ID No : 04411240000007
Dept. / Faculty : Marine Transport Engineering / Marine
Technology
Supervisors : 1. Firmanto Hadi, S.T., M.Sc.
2. Achmad Mustakim, S.T., M.T., M.BA.

ABSTRACT

Congestion causes a longer time for ship at the port. In addition port congestion may causes waiting time which impacted on financially and time losses. For vessels with charter system, especially tramper shipping, waiting time may result in a demurrage charge, which is a fine levied by the charterer or the owner of the cargo. This study aims to formulate demurrage equations as well as the relationship of ship size and waiting time to demurrage. Discrete simulation method is used to modelling the process of ship service at port to obtain port performance time by ARENA software. From existing model simulation is obtained the average total demurrage per month is 3,3 thousand hours with the average total waiting time is 3.2 hours. The result of equation of correlation between waiting time and demurrage using linear regression analysis approach is $Y = 1.0428X - 7,3904$, where Y is total demurrage and X is total waiting time, . As for the improvement scenario that can decrease the demurrage time is scenario 3 with the assumption of adding loading/unloading crane for ship cluster 1,2, and 4. The average of total demurrage time in scenario 3 compared to the existing simulation model decreases 480 hours per month.

Keywords: Demurrage, Port Congestion, Discrete Simulation, laytime, waiting time

DAFTAR ISI

LEMBAR REVISI.....	v
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Manfaat	2
1.6 Hipotesis	2
BAB 2 Tinjauan pustaka	5
2. 1 Transportasi	5
2. 2 Muatan Kapal Niaga	6
2. 3 Jenis Kapal.....	7
2. 4 <i>Charter Party</i>	8
2.4.1 Bareboat Charter.....	9
2.4.2 Time charter.....	10
2.4.3 Voyage Charter.....	10
2.4.4 Contract of Affreightment	11

2. 5	Kongesti (<i>Port Delay</i>).....	12
2. 6	Demurrage	13
2.6.1	Demurrage	13
2.7	NOR (Notice of Readiness)	14
2.8	Definisi Sistem, Model, dan Simulasi	16
2.9	Model	16
2.10	Simulasi.....	17
2.12	Software ARENA.....	20
2.12.1	Input Analyzer	21
2.12.2	Halaman Kerja Software Arena.....	22
2.12.3	Modul <i>Basic Process</i> Pada Arena	23
2.12.4	Modul <i>Advance Process</i> Pada Arena	30
2.12.5	Modul <i>Advance Transfer</i> Pada Arena	33
2.12.6	Data Module Advanced Transfer Panel.....	37
2.12.7	Macam-macam Distribusi pada <i>Software</i> Arena	38
2.13	Regresi Linear	40
2.13.1	Persamaan Regresi.....	41
BAB 3	METODE PENELITIAN	43
3.1	Metode Pengumpulan Data.....	43
3.2	Pemodelan Persamaan Demurrage	43
3.3	Proses Pengerjaan	44
3.4	Lokasi Pengerjaan.....	45
3.5	Bagan Alir.....	45
BAB 4	GAMBARAN UMUM OBJEK DAN MODEL SIMULASI	47
4.1	Pelabuhan Tnajung Perak	47
4.2	Terminal Jamrud	49

4.2.1	Standar Kinerja Bongkar Muat Terminal Jamrud	51
4.3	Realisasi Arus Muatan	51
4.3.1	Dermaga Jamrud Selatan	51
4.3.2	Dermaga Jamrud Utara dan Dermaga Jamrud Barat	53
4.4	Pembuatan Model Simulasi	54
4.4.1	Model Konseptual Pelayanan Kapal	54
2.13.2	4.4.2 Input Model Simulasi	55
4.4.3	Data Input Simulasi	55
4.4.4	Entitas	56
4.4.5	Kedatangan Kapal dan Pemberian Atribut	56
4.4.6	Pemilihan Dermaga Tambat Kapal	62
4.4.7	Proses Bongkar Muat	64
4.4.8	Merekam Data Hasil Simulasi	65
4.5	Verifikasi dan Validasi	66
4.5.1	Verifikasi	66
4.5.2	Validasi	66
4.5.3	Perhitungan Jumlah Replikasi	69
BAB 5	ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	71
5.1	Analisis dan Pembahasan Hubungan Kongesti dengan Demurrage	71
5.1.1	Hasil Simulasi Dari Model Eksisting	71
5.2	SIMULASI SKENARIO 1	79
5.2.1	Hasil Simulasi Dari Skenario 1	79
5.3	SIMULASI SKENARIO 2	83
5.3.1	Hasil Simulasi Dari Skenario 2	83
5.4	SIMULASI SKENARIO 3	85
5.4.1	Hasil Simulasi Dari Skenario 3	85

BAB 6	KESIMPULAN dan Saran	89
6.1	Kesimpulan	89
6.2	Saran	89
DAFTAR PUSTAKA.....		91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.12.1 Gambaran umum program Arena	22
Gambar 2.12.2 Modul <i>create</i> pada <i>Basic Process</i>	23
Gambar 2.12.3 Modul <i>Dispose</i> pada <i>Basic Process</i>	24
Gambar 2.12.4 Modul <i>Process</i> pada <i>Basic Process</i>	25
Gambar 2.12.5 Modul <i>Decide</i> pada <i>Basic Process</i>	26
Gambar 2.12.6 Modul <i>Batch</i> pada <i>Basic Process</i>	27
Gambar 2.12.7 Modul <i>Seperate</i> pada <i>Basic Process</i>	28
Gambar 2.12.8 Modul <i>Assign</i> pada <i>Basic Process</i>	29
Gambar 2.12.9 Modul <i>record</i> pada <i>Basic Process</i>	30
Gambar 2.12.10 Modul <i>Hold</i> pada <i>Basic Process</i>	31
Gambar 2.12.11 Modul <i>Match</i> pada <i>Basic Process</i>	32
Gambar 2.12.12 Modul <i>Station</i>	33
Gambar 2.12.13 Modul <i>Transport</i>	34
Gambar 2.12.14 Modul <i>Request</i> Pada <i>Arena</i>	36
Gambar 2.12.15 Modul <i>Free</i>	37
Gambar 2.12.16 Modul <i>Distance</i>	38
Gambar 2.12.17 Modul <i>Transporter</i>	38
Gambar 3.5.1. Diagram Alir Pengerjaan	46
Gambar 4.1.1. Arus muatan Tanjung Perak Tahun 2010-2014.....	48
Gambar 4.1.2. Arus kunjungan kapal Tanjung Perak.....	49
Gambar 4.1.3. Barang yang dimuat 5 pelabuhan besar	49
Gambar 4.1.4. <i>Layout</i> Terminal Jamrud Tampak Atas	50
Gambar 4.3.1 Arus Muatan per bulan di Jamrud Selatan.....	52

Gambar 4.3.2 Arus muatan di dermaga Jamrud Selatan pada tahun 2016.....	53
Gambar 4.3.3 Arus muatan dermaga Jamrud Utara dan Barat tahun 2016.....	53
Gambar 4.4.1 Model konseptual pelayanan kapal.....	55
Gambar 4.4.2 Entitas dan nilai interval kedatangan antar Entitas.....	57
Gambar 4.4.3 Atribut-atribut entitas yang ditulis di Assign	58
Gambar 4.4.4 Kedatangan entitas Kapal dengan Muatan Bulk.....	59
Gambar 4.4.5 Modul entitas untuk kapal bermuatan General Cargo	61
Gambar 4.4.6 Assign untuk mengatur ukuran kapal	62
Gambar 4.4.7 Proses Pemilihan Tambatan.....	63
Gambar 4.4.8 Kolam labuh.....	64
Gambar 4.4.9 Proses Bongkar Muat pada Model.....	64
Gambar 4.4.10 Input elemen yang akan direkam di modul ReadWrite	65
Gambar 4.5.1 Verifikasi Model.....	66
Gambar 5.1.1 Durasi demurrage masing-masing tambatan	73
Gambar 5.1.2 Jumlah kunjungan kapal per bulan	74
Gambar 5.1.3 Hubungan Waktu Tunggu dengan Demurrage	76
Gambar 5.1.4 Durasi demurrage per kluster ukuran kapal.....	78
Gambar 5.1.5 Hubungan waktu tunggu dengan demurrage kluster 1	78
Gambar 5.2.1 Hasil demurrage per dermaga pada skenario 1	80
Gambar 5.2.2 Durasi demurrage per kluster skenario 1	81
Gambar 5.2.3 Hubungan Waktu Tunggu dengan Demurrage Skenario1	82
Gambar 5.3.1 Durasi demurrage per dermaga skenario 2	83
Gambar 5.3.2 Hubungan waktu tunggu dengan demurrage skenario 2.....	84
Gambar 5.4.1 Durasi demurrage per tambatan pada skenario 3.....	85
Gambar 5.4.2 Hubungan Waktu Tunggu dengan Demurrage Skenario3.....	86
Gambar 5.4.3 Durasi demurrage per skenario	87

DAFTAR TABEL

Tabel 2.4.1. Perbedaan masing-masing jenis chrter	12
Tabel 4.1.1. Fasilitas di dermaga Jamrud	49
Tabel 4.1.2 Standar Kinerja Bongkar Muat Terminal Jamrud	51
Tabel 4.4.1 Waktu antar kedatangan Kapal GC	56
Tabel 4.4.2 Waktu antar kedatangan kapal BC	57
Tabel 4.5.1 Validasi jumlah kapal	68
Tabel 4.5.2 Perhitungan Replikasi.....	69
Tabel 5.1.1 Hasil Simulasi tiap replikasi	71
Tabel 5.1.2 Rata-rata demurrage per kapal.....	74
Tabel 5.1.3 Hasil simulasi 1 tahun	75
Tabel 5.1.4 Perbandingan total demurrage eksisting dengan hasil dari persamaan ...	77
Tabel 5.1.5 Uji t total demurrage eksisting dengan persamaan.....	77
Tabel 5.2.1 Kedatangan kapal 5 jam lebih cepat	79
Tabel 5.2.2 Hasil perbandingan simulasi eksisting dan skenario1	81
Tabel 5.3.1Perbandingan hasil simulasi dengan skenario 2	84
Tabel 5.4.1 Perbandingan model eksisting dengan skenario 3 tiap bulan	86

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pelabuhan sebagai simpul perdagangan tidak menutup kemungkinan akan menghadapi beberapa kasus seperti kapasitas pelabuhan terpasang tidak sesuai dengan permintaan, bisa jadi akan mengalami tidak terpakai sepenuhnya kapasitas tersedia atau sebaliknya yaitu permintaan lebih besar dari kapasitas yang tersedia (Meersman, Van de Voorde, & Vanelslander, 2012). Jika permintaan pelabuhan lebih besar dari kapasitas yang ada maka akan berdampak pada operasional pelabuhan dimana hal tersebut akan menyebabkan kongesti.

Kongesti secara keseluruhan berdampak pada biaya transportasi dan arus kinerja pelabuhan. Bagi perusahaan pelayaran dan pemilik muatan, kongesti menunjukkan kerugian waktu dan biaya, sehingga kongesti menjadi perhatian khusus di pelabuhan. Contoh dari kasus kongesti adalah seperti kapal yang telah datang dan bertambat untuk mendapatkan pelayanan bongkar, karena terjadi gangguan seperti cuaca, kerusakan alat bongkar-muat, kurangnya kapasitas gudang atau lapangan penumpukan akan berpengaruh pada perencanaan layanan kapal berikutnya. Ketika jumlah kedatangan kapal meningkat maka akan menyebabkan kapal harus menunggu sampai mendapat dermaga. Akibat dari waktu tunggu kapal adalah terjadinya keterlambatan kapal dari waktu yang telah dijanjikan (Herryandie & Yusrina, 2007).

Kerugian akibat kongesti tidak hanya berdampak pada perusahaan pelayaran tetapi juga *shipowner* (pemilik kapal), apabila kapal yang digunakan perusahaan *shipper* adalah *voyage charter*, dengan adanya kasus tersebut berpotensi munculnya *demurrage* yaitu denda yang dibebankan pada *shipper* atau *charterer* akibat waktu yang digunakan untuk melakukan proses bongkar atau muat melebihi yang telah ditentukan. Oleh karena itu diperlukan perhitungan yang matang untuk menghindari atau meminimalisir kondisi tersebut.

1.2 Perumusan Masalah

Latar belakang di atas memunculkan perumusan masalah yang akan dibahas lebih lanjut dalam Tugas Akhir ini, diantaranya sebagai berikut:

1. Bagaimana model persamaan *demurrage* akibat terjadinya kongesti?
2. Bagaimana hubungan ukuran kapal pada kongesti dan pengaruh kongesti terhadap *demurrage*?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam pengerjaan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Lokasi penelitian adalah di Terminal atau dermaga yang melayani muatan curah dan General Cargo yaitu Terminal Jamrud.
2. Dermaga yang diteliti adalah pada Tambatan Jamrud Selatan, Jamrud Utara, dan Barat.
3. Perhitungan hanya sebatas mencari durasi *demurrage* tanpa menghitung biaya.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan model persamaan *demurrage* kapal akibat kongesti
2. Mengetahui hubungan ukuran kapal pada kongesti dan pengaruh kongesti terhadap *demurrage*.

1.5 Manfaat

Manfaat dari Tugas Akhir ini adalah dapat menjadi referensi penelitian kedepan mengenai *demurrage* dan kongesti pelabuhan, selain itu juga dapat menjadi pertimbangan untuk perusahaan pelayaran atau *shipper* untuk memperpendek waktu di pelabuhan, khususnya bagi mereka yang menggunakan kapal sewa jenis *voyage charter* guna menghindari munculnya biaya *demurrage*.

1.6 Hipotesis

Hipotesis awal dari Tugas Akhir ini adalah ukuran kapal dan kecepatan bongkar muat berpengaruh positif terhadap kongesti dan *demurrage*, karena ukuran kapal akan mempengaruhi waktu yang dihabiskan kapal di pelabuhan dan jika

waktu yang dihabiskan kapal di pelabuhan semakin lama maka akan berimbas pada kapal selanjutnya.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Transportasi

Pada dasarnya Transportasi adalah kegiatan perpindahan orang atau barang dari satu tempat ke tempat lain. Transportasi menjadi faktor penting bagi suatu negara sebagai penggerak roda perekonomian. Pengelolaan sistem transportasi yang baik, dipastikan dapat memberikan kontribusi yang baik bagi negara dan masyarakat (Pangemanan, 2015). Secara khusus model transportasi berkaitan dengan masalah pendistribusian barang-barang dari pusat – pusat pengiriman atau sumber ke pusat-pusat penerimaan atau tujuan. Persoalan yang ingin dipecahkan oleh model transportasi adalah penentuan distribusi barang yang akan meminimumkan biaya total distribusi.

Transportasi sendiri dibagi menjadi tiga yaitu, transportasi darat, laut, dan udara. Dalam melakukan suatu proses transportasi pasti menimbulkan suatu keuntungan yang berupa terdistribusikannya barang hasil produksi serta kerugian yang berupa biaya transportasi. Biaya transportasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah jarak pengiriman, waktu, dan moda transportasi yang digunakan.

Transportasi laut semakin penting bagi Indonesia karena Indonesia menganut konsep Wawasan Nusantara yang memandang pulau dan laut yang ada diantaranya sebagai satu kesatuan yang utuh. Laut adalah prasarana penghubung antar pulau dan dalam menghubungkan beberapa pulau tersebut memerlukan alat transportasi yang sesuai agar dapat mendistribusikan kebutuhan di berbagai pulau.

Dalam kasus Tugas Transportasi ini, diberikan satu sumber muatan (*supply*) dengan tiga tujuan. Masing-masing tujuan memiliki *demand* yang berbeda. Persoalan menjadi rumit karena biaya angkut persatuan barang dari sumber ke masing-masing tujuan berbeda. Oleh karena itu, model harus bisa menentukan distribusi yang akan meminimumkan biaya total distribusi dan tidak melampaui kapasitas sumber (*supply*), memenuhi permintaan tiga pelabuhan tujuan.

2. 2 Muatan Kapal Niaga

Muatan merupakan obyek pengangkutan laut karena dengan mengangkut muatan usaha pelayaran niaga memperoleh pendapatan yang menentukan kelangsungan hidup suatu perusahaan pelayaran. Muatan kapal atau kargo adalah segala macam barang yang diserahkan kepada pengangkut untuk diangkut dengan kapal ke pelabuhan tujuan. Kargo dapat digolongkan menurut jenis muatan dan sifatnya. Adanya penggolongan maka kapal yang digunakan juga harus sesuai dengan jenis muatan yang diangkut. Ditinjau dari jenis muatan dan kuantitas muatan maka muatan kapal dikelompokkan sebagai berikut (Stopford, 1997).

b. *General cargo*

Muatan *general cargo* adalah muatan yang dimuat di kapal dalam jenis dan pembungkus yang beraneka warna (dalam peti, drum, kaleng, esi beton, karung dsb). Kapal *general cargo* adalah kapal yang mengangkut bermacam-macam muatan berupa barang. Barang yang diangkut biasanya merupakan barang yang sudah dikemas. Kapal *general cargo* dilengkapi dengan crane pengangkut barang untuk memudahkan bongkar-muat muatan. Pada umumnya kapal-kapal barang terutama *general cargo* dapat membawa penumpang sampai 12 penumpang dan tetap dinamakan kapal kargo. Kapal kargo mempunyai kecepatan berkisar antara 8 hingga 25 knot.

c. *Liquid Cargo*

Liquid cargo adalah muatan yang bisa dimasukkan dan disimpan di tangki, ditangani dengan pompa dan dipindahkan ke kapal tanker. Dari jenis muatan ini dibagi lagi menjadi beberapa subdivisi diantaranya *crude oil* (minyak mentah), *Oil product* (minyak yang sudah diolah), dan *chemicals product*. *Crude oil* memiliki beberapa persyaratan khusus dan bisa mengangkut muatan dalam jumlah yang sangat besar. Berbeda dengan cairan kimia yang beracun dan harus disimpan di dalam tangki khusus. Sementara itu, ada juga muatan “*black products*” yang harus dipanaskan untuk menjaga kekentalan dan ada pula yang membutuhkan pendinginan seperti LNG.

d. *Homogenous Bulk cargo*

Muatan ini terdiri dari satu macam barang yang diangkut kapal sekaligus dalam jumlah besar dan memiliki butiran halus atau komposisi yang kental yang mana bisa ditangani peralatan otomatis seperti *grab* dan *conveyor*. Secara umum komoditas ini dikategorikan menjadi dua yaitu *major bulk cargo* dan *minor bulk cargo*. *Major bulk cargo* merupakan mayoritas dari *bulk cargo*, contohnya hasil tambang, batubara, dan biji-bijian. Sedangkan *minor bulk cargo* mencakup hasil produksi seperti hasil pertanian, *mineral cargoes*, semen, hasil hutan, *steel products*, dll.

e. *Wheeled Cargo*

Muatan ini adalah kendaraan yang memiliki roda, muatan ini membutuhkan kapal khusus dengan akses rampa dan *multiple deck structures*, contohnya kapal *car carrier* dan Ro-ro.

f. *Refrigerated Cargo*

Pada kondisi khusus, terdapat kargo yang membutuhkan suhu rendah untuk tetap menjaga kualitasnya, kargo ini membutuhkan kapal khusus yang menyediakan pendingin, jenis muatan ini adalah daging, ikan, buah-buahan, dan sayuran.

2.3 Jenis Kapal

Kapal yang digunakan untuk transportasi laut pada umumnya adalah sebagai berikut (Arijanto, 2009):

- g. *Passanger Vessel* (kapal penumpang), kapal penumpang dapat dikelompokkan dalam dua jenis kapal yaitu kapal ferry sebagai alat transportasi laut jarak dekat dan kapal *cruise ship* sebagai sarana pariwisata.
- h. *Bulk carrier* untuk mengangkut muatan curah
- i. *General cargo*, ada juga kapal peti kemas biasanya dimasukkan dalam jenis kapal *general cargo*.
- j. Kapal *roll on roll off* (RORO) adalah kapal pengangkut penumpang dan kendaraan untuk lintasan penyeberangan.

Kapal *bulk carrier* (pengangkut muatan curah) adalah kapal yang mengangkut muatan tanpa dikemas di dalam palka. Muatan dicurahkan kedalam palka dengan bantuan alat muat sesuai dengan jenis muatan yang diangkut. sendiri secara global dibedakan sesuai ukurannya atau berdasarkan DWT, berikut merupakan jenis kapal curah sesuai ukuran DWT-nya:

- **Handy size:** Kapal-kapal *bulk carrier* dengan kategori bobot mati (DWT) berkisar antara 10,000 sampai 50,000 ton. Draft atau sarat kapal yang tidak dalam memungkinkan kapal jenis ini memasuki berbagai pelabuhan didunia. Kapal-kapal kategori ini dengan bobot mati dibawah 30,000 ton juga disebut handies, sementara kapal-kapal dengan bobot mati antara 40,000 sampai 60,000 ton juga dinamakan handymaxes.
- **Lakesizes:** Juga dinamakan Lakers. Kapal-kapal *bulk carrier* kategori handy size dengan bobot mati antara 20,000 sampai 27,000 ton; Jenis kapal-kapal *bulk carrier* terbesar yang bisa lewat jalur laut St.Lawrence yang menyaratkan draft maksimum kurang dari 7.925 meter.
- **Panamax:** Kapal-kapal bulkcarrier terbesar (dengan lebar sekitar 32.2 meter) yang bisa melewati Terusan Panama. Dengan bobot mati sekitar 80,000 ton.
- **Over-Panamax:** Kapal-kapal *bulk carrier* dengan lebar melebihi kapal-kapal *bulk carriers* jenis Panamax dengan bobot mati antara 80,000 sampai 120,000 ton. Kapal-kapal *bulk carrier* dengan ukuran yang dapat melewati kolam-kolam berpintu air yang baru dari Terusan Panama yang diperluas yang dijadwalkan selesai keseluruhannya pada tahun 2015 yang disebut dengan Post Panamax.
- **Capesize:** Kapal-kapal *bulk carrier* berbobot mati lebih dari 100,000 ton dan mampu masuk di pelabuhan di Teluk Richards, Afrika Selatan.
- **Dunkerquemax:** Kapal-kapal *bulk carrier* terbesar yang bisa masuk pelabuhan Dunkerque, Perancis dengan bobot mati kurang lebih 170,000 ton.

2.4 Charter Party

Charter party adalah kontrak perjanjian sewa antara pemilik kapal (*shipowner*) atau pengusaha yang menyewakan kapal atau wakil-wakilnya (*brokers*) sebagai pihak pertama dengan penyewa kapal (*charterer*) sebagai pihak kedua untuk

mengangkut muatan dari pelabuhan asal ke pelabuhan tujuan. Dalam industri pelayaran sangat penting untuk melindungi posisi kedua pihak. Pada umumnya ada empat metode sewa kapal yaitu *Voyage Charter*, *Time charter*, *Bareboat Charter*, dan *Contract of Agreement* (Romers, 2013).

Beberapa hal yang tercantum di dalam surat kontrak perjanjian tercantum adalah berikut ini:

- Nama dan alamat pemilik kapal sebagai pihak pertama
- Nama dan alamat penyewa kapal sebagai pihak kedua
- Jenis kapal dan data-data yang dibutuhkan seperti: DWT, *Bale space*, *Grain space*, *Oil space*, Data mesin, pemakaian bahan bakar, dll.
- Tempat dan waktu penyerahan kapal dan pengembaliannya serta tempat pemuatan dan pembongkaran
- Jenis barang yang sah yang akan diangkut dan tujuan penyewa yang sah
- Syarat-syarat pengangkutan dan tanggung jawab masing-masing pihak
- Pembatasan lalu lintas pelabuhan yang akan dimasuki
- Prosedur penyerahan surat pemberitahuan dari Nakhoda atau agen pemilik kapal kepada penyewa yang isinya antara lain kapal siap untuk melakukan bongkar atau muat
- Metode sewa dan syarat-syarat pembayarannya
- Syarat-syarat lain mengenai syarat pembebasan dalam charter party berserta tambahannya jika ada
- Ditandatangani dan disetujui oleh kedua belah pihak

2.4.1 Bareboat Charter

Bareboat charter merupakan perjanjian untuk menggunakan kapal dimana tidak memerlukan administrasi atau pemeliharaan teknis. Penyewa dapat mengontrol kapal secara keseluruhan karena membayar seluruh biaya operasional, termasuk bahan bakar, kru, biaya pelabuhan dan *P&I and Hull Insurance*. Pemilik kapal harus menyediakan kapal yang laik laut tetapi setelah kapal berada di pihak penyewa maka tanggung jawab tersebut berpindah pula kepada penyewa. Penyewa mengambil

kedua risiko operasional dan risiko pasar pelayaran, biasanya yang menyewa dengan metode ini adalah perusahaan besar seperti perusahaan minyak dan gas yang pengoperasiannya membutuhkan waktu lama.

2.4.2 Time charter

Metode *Time charter* adalah sewa berdasarkan waktu, pemilik kapal menyediakan kapal yang sudah dilengkapi dengan awak kapal, pemilik kapal bertanggung jawab untuk mengsuransikan kapal, perbaikan dan suku cadang, sedangkan penyewa bertanggung jawab untuk lain-lainnya. *Time charter* mengalihkan *running cost* kapal kepada pen-charter. Isi kontrak *time charter* menunjukkan waktu charter dalam periode tertentu serta ketentuan pembayaran berdasarkan per hari, per bulan, atau per tahun.

Penyewa memiliki kontrol dalam pengoperasian kapal secara langsung, untuk manajemen sehari-hari diserahkan pemilik kapal ke penyewa. Penyewa menginstruksikan kepada Nakhoda kemana tujuan kapalnya, muatan apa yang akan di muat dan dibongkar, dan seluruh pembayaran biaya perjalanan (bunker, biaya pelabuhan, biaya kanal) dan biaya penanganan muatan (*cargo handling cost*). Meskipun sederhana secara prinsip, pada praktiknya *time charter* adalah kompleks dan mencakup risiko kedua belah pihak. Pemilik kapal harus menetapkan kecepatan kapal, konsumsi bahan bakar, dan kapasitas kargo.

Ada tiga alasan mengapa kontrak tambahan menjadi menarik. Pertama, *shipper* mungkin tidak berharap menjadi *shipowner*, tetapi bisnisnya membutuhkan kapal yang bisa dikontrol olehnya. Kedua, *time charter* bisa jadi lebih murah daripada membangun kapal baru, apalagi jika *owner* menawarkan biaya yang murah terkait dengan biaya *overhead* lebih murah dan armada yang lebih besar. Ketiga, penyewa berspekulasi untuk mengambil posisi dalam mengantisipasi perubahan pasar.

2.4.3 Voyage Charter

Voyage charter menyediakan alat transportasi untuk muatan tertentu dari pelabuhan muat ke pelabuhan bongkar. Penyewa membayar kepada pemilik kapal berdasarkan jumlah muatan yang diangkut atau dengan harga tetap per ton. Pemilik kapal harus menyediakan kapal yang laik laut sedangkan penyewa harus

menyediakan muatan di pelabuhan tertentu untuk dibawa ke pelabuhan tujuan. Jika semua berjalan dengan baik, kapal yang disewa dapat sampai pelabuhan muat sesuai dengan tanggal yang ditentukan untuk memuat muatan agar dapat dibawa ke pelabuhan tujuan untuk dibongkar. Setelah muatan dibongkar maka transaksi sudah berakhir. Jika kenyataannya tidak sesuai dengan kondisi yang tercantum di kontrak sewa maka akan ada klaim.

Pemilik kapal membayar seluruh biaya pelabuhan kecuali *stevedoring cost*, *canal cost*, bahan bakar, dan gaji awak kapal. Pembayaran untuk penggunaan kapal disebut juga *freight*, jadi penyewa atau pemilik barang membayar biaya transportasi ke pemilik kapal dengan harga pas, *freight*, per unit muatan dan hanya hanya membayar jasa transportasi ketika membutuhkannya. Beban operasional kapal dan risiko pasar ditanggung oleh pemilik kapal, selain itu pemilik kapal juga bertanggung jawab mengatur jalannya kapal untuk perencanaan dan eksekusi pada *voyage* atau perjalanan.

2.4.4 Contract of Affreightment

Contract of Affreightment (COA) adalah jenis kontrak yang hampir sama dengan *voyage charter*, bedanya adalah kalau pemilik kapal membawa tonase reguler pada jumlah muatan yang ditentukan dalam jangka waktu tertentu untuk harga per ton yang telah disepakati. Pemilik muatan diharuskan menyediakan kebutuhan kapasitas muatan yang dibawa untuk melayani volume kargo dan tujuan yang sudah ditentukan, tetapi pemilik muatan bisa merencanakan untuk pengiriman muatan sesuai keinginannya, ia juga dapat merencanakan penggunaan kapalnya dengan cara yang paling efisien.

Selama terlibat kontrak jangka panjang, COA biasanya terlibat komitmen yang lebih besar dari pemilik kapal kepada pemilik muatan dalam menyediakan layanan yang baik. Kontrak jenis COA banyak dipakai oleh industri besar untuk mengangkut muatan curah dalam jumlah banyak seperti bijih besi dan batu bara. Permasalahan dalam negosiasi COA adalah ketepatan volume dan waktu pengiriman kargo pada umumnya tidak diketahui di awal. Volume kargo bisa jadi ditentukan berdasarkan rentang, misalnya minimum X dan minimum Y ton.

Tabel 2.4.1. Perbedaan masing-masing jenis charter

Rincian	Bareboat	Time Charter	Voyage Charter	VOA
Revenue for the owner depends on	duration and hire rate	duration and hire rate	Quantity of cargo and freight rate	Quantity of cargo and freight rate
Operational risk and responsibility	Charterer	Owner/charterer	Owner	Owner
Soliciting for cargo	Charterer	Charterer	Owner	Owner
Port choice by	Charterer	Charterer	Charterer	Owner
Time risk at port	Charterer	Charterer	Owner/charterer	Owner
Time risk at sea	Charterer	Charterer	Owner	Owner
Operating cost	Charterer	Owner	Owner	Owner
Port Charges	Charterer	Charterer	Owner	Owner
Bunker	Charterer	Charterer	Owner	Owner
Loading/Discharging	Charterer	Charterer	Owner/charterer	Owner
Manning	Charterer	Owner	Owner	Owner
Master instructed by	Charterer	Owner for ship, charterer for cargo	Owner	Owner

2.5 Kongesti (*Port Delay*)

Kongesti pelabuhan muncul ketika kapasitas pelabuhan tidak cukup untuk menangani lalu-lintas kedatangan kapal. Masalah ini bukan hal yang baru lagi di dunia pelabuhan dan dapat terjadi di semua pelabuhan jika terjadi peningkatan demand secara tiba-tiba. Kongesti pelabuhan merupakan salah satu kejadian yang paling banyak menghabiskan waktu untuk kapal beserta pengaruhnya terhadap produktivitas kapal (Aderton, 2008). Terdapat banyak faktor yang menyebabkan kapal lebih lama di pelabuhan, diantaranya cuaca buruk, pemogokan, kurangnya infrastruktur, manajemen yang buruk, dll. Panjangnya antrian di tambatan juga menjadi isu utama di pelabuhan mengenai keutamaan keselamatan dan lingkungan. Beberapa dekade terakhir sebanyak 8% armada *bulk carrier* di dunia macet ketika bertambat di dermaga.

Permasalahan kongesti di pelabuhan adalah sesuatu yang tidak mudah untuk diselesaikan dengan berbagi informasi sejak hal tersebut sangat berhubungan terhadap kapasitas infrastruktur dan berkali-kali menyebabkan kemacetan. Tingkat kepadatan kongesti di pelabuhan biasanya terjadi pada pelabuhan ekspor-impor, tidak menutup kemungkinan juga terjadi di pelabuhan yang melayani domestik tergantung tingkat aktivitas ekonomi dan infrastruktur pelabuhan tersebut.

Dampak lain yang disebabkan kongesti adalah dapat mempengaruhi perekonomian suatu tempat, waktu yang terbuang, keterlambatan untuk kapal yang membutuhkan layanan selanjutnya, serta munculnya biaya akibat kongesti atau waktu tunggu kapal.

2.6 Demurrage

Dalam sistem penyewaan kapal, ada kompensasi yang harus dibayarkan dari penyewa ke pemilik kapal dan sebaliknya. Kedua kompensasi dalam sistem *charter* tersebut diistilahkan dengan *demurrage* dan *despatch*. Istilah *demurrage* pertama kali muncul di Inggris pada abad ke-14. Definisi *demurrage* dijelaskan dalam peraturan yang dibuat oleh pihak tertentu diantaranya *The Charterparty Laytime Definitions 1980*, *The voyage Charterparty Laytime Interpretations Rules 1993*, *The Baltic Code 2007* dan *The Laytime Definitions for Charter Parties 2013*, dll.

2.6.1 Demurrage

Definisi *demurrage* yang terdapat dalam *The Laytime Definitions for Charter Parties 2013* adalah sejumlah uang yang harus dibayarkan oleh penyewa kapal, penyedia jasa pengangkutan atau penerima angkutan kepada pemilik kapal, atas kegagalan untuk menyelesaikan bongkar dan/atau muat dalam jangka waktu yang disepakati pada. *Demurrage* tidak dikenakan pengecualian yang berlaku untuk *laytime* kecuali kalau secara khusus dinyatakan dalam perjanjian persewaan (Schofield, 2015) Besarnya *demurrage*, biasanya dalam unit jumlah per hari atau jam yang tergantung kesepakatan yang tercantum dalam perjanjian sewa. Beberapa perjanjian sewa menyatakan lebih spesifik bahwa, setelah beberapa periode *demurrage* tertentu akan ada tambahan *demurrage* atau kerusakan dan hambatan tertentu harus dibayarkan. Jika sebuah kapal sudah dalam kondisi terhitung *demurrage*, tidak ada pengurangan yang akan dibuat untuk beberapa periode pengecualian, seperti akhir minggu dan cuaca dalam perhitungan biaya *demurrage*. Maka dari itu dinyatakan, “sekali *demurrage* tetap terhitung *demurrage*”.

2.6.2 Laytime

Laytime dalam *The Laytime Definitions for Charter Parties 2013* didefinisikan sebagai periode waktu yang disetujui antara pihak-pihak yang terkait

dimana pemilik kapal akan menyediakan kapal dan dapat melakukan bongkar dan muat tanpa tambahan biaya pada *freight*. *Laytime* bisa jadi kependekan dari *Laying alongside time*. Definisi ini sama seperti

yang ada di *Voylayrules 93*. Terdapat dua jenis ketentuan *laytime* berdasarkan syarat-syarat yang terdapat di dalam surat kontrak, diantaranya *customary laytime* dan *fixed laytime*.

2.6.3 Despatch

Despatch adalah sejumlah uang yang harus dibayarkan oleh pemilik kapal ke penyewa kapal atau penyedia jasa angkutan atau penerima angkutan, sebab sudah menyelesaikan bongkar dan/atau muat dengan waktu kurang dari jangka waktu yang sudah disepakati sebelumnya. Biasanya *despatch* adalah sebesar nilai perbekalan yang tidak terpakai sebab sudah direncanakan sampai jangka waktu yang disepakati, atau sebesar setengah dari nilai *demmurage* yang sudah disepakati di *charter party*. *Demmurage Half Despatch*, istilah ini sering ditemukan pada negosiasi *voyage charter*. Sebagai contoh, sebuah negosiasi bernilai USD 5.000 DHD dimana nilai *demmurage* adalah sebesar USD 5.000 per hari dan *despatch* sebesar USD 2.500 per hari.

2.7 NOR (Notice of Readiness)

Mayoritas *voyage charterparties* mewajibkan nakhoda untuk mengajukan atau pemberitahuan NOR (*Notice of Readiness*) yang sah untuk menghitung mulainya *laytime*. Agar NOR menjadi sah maka ada beberapa hal yang harus dilakukan. Pertama, kapal harus sudah sampai di pelabuhan dimana nakhoda yang berhak untuk memberikan NOR, kedua kapal harus dalam keadaan siap untuk melaksanakan proses bongkar atau muat, dan yang ketiga segala syarat dan perjanjian untuk pengajuan NOR yang tercantum di dalam *charterparty* harus dilengkapi (Lax, 1992). Secara umum ada tiga kondisi yang mana diperlukan sebelum *laytime* bisa dimulai.

a. Kedatangan kapal

Mengacu pada syarat-syarat yang ada dalam perjanjian sewa, ketika kapal telah tiba di pelabuhan tujuan yang disepakati, kedatangan kapal tersebut akan dihitung dan menentukan kapan *laytime* bisa dimulai. Pelabuhan tujuan juga

bervariasi tergantung di dalam kontrak sewa apakah port *charterparty* atau berth *charter party*, selain itu adakah tambahan klausul seperti WIPON (*Wether in Port or Not*) atau WIBON (*Wether in Berth or Not*).

b. Kesiapan

Persyaratan kedua untuk dimulainya *laytime* adalah kapal harus siap untuk melakukan bongkar atau muat muatan ketika sampai di tempat tujuan dan NOR sudah diberikan. Kesiapan yang dimaksud mencakup *readiness of the hold*, *readiness of equipment* dan *Documentary readiness*.

1. *Readiness of the hold*, palka kapal harus kering dan bersih tanpa ada bau, jika tidak maka kapal tidak akan siap untuk menerima kargo dan *laytime* tidak akan dimulai sampai dalam keadaan siap.
2. *Readiness of the equipment*, segala perlengkapan yang relevan untuk muat atau bongkar harus siap, misalnya *crane*, palka, pompa, dll.
3. *Documentary readiness*, semua dokumen yang diperlukan harus siap agar kapal bisa diproses secepatnya untuk melakukan bongkar atau muat. Sebelum kapal mulai bekerja terdapat sejumlah dokumen yang menjadi tanggung jawab pemilik kapal termasuk *custom clearance*, *crew clearance* dan *checks on stability*. Masing-masing pelabuhan seringkali menetapkan peraturan yang berbeda.

c. Notice of Readiness

Notice of Readiness adalah pernyataan atau pemberitahuan yang dibuat untuk penyewa kapal atau agen ketika kapal telah datang dan siap untuk muat atau bongkar muatan. Di pelabuhan bongkar, sebisa mungkin pengajuan pemberitahuan tidak terjadi keterlambatan. Pada umumnya perjanjian sewa berisi klausul bahwa *laydays* dihitung 24 jam setelah nakhoda atau pemilik kapal telah memberikan pemberitahuan tertulis bahwa muatan kapal siap dibongkar, apakah di dermaga atau tidak di tempat yang diperintahkan, seperti pemberitahuan diberikan selama jam kerja saja. Waktu yangizinkan bisa jadi bervariasi, beda kontrak sewa beda persyaratan untuk siapa yang dapat mengajukan NOR apakah nakhoda atau mualim, atau agen. Tanggal pengajuan NOR disebut sebagai hari pelaporan yang harus dimasukkan kedalam *logbook*. Jika ada alasan pemberitahuan tidak dapat mengajukan NOR ketika kapal sampai ditempat tujuan, maka alasan tersebut harus dituliskan di dalam *logbook* (Beth Bradley, 2012).

2.8 Definisi Sistem, Model, dan Simulasi

Sistem didefinisikan sebagai kumpulan entitas yang berinteraksi secara bersama-sama, untuk mencapai tujuan tertentu yang logis (Schmidt dan Taylor 1970). Sedangkan menurut (Arifin, 2009), sistem didefinisikan sebagai kumpulan dari elemen-elemen yang saling berinteraksi dan ada sesuatu yang mengikatnya menjadi satu kesatuan, terdapat tujuan bersama sebagai hasil akhir dan terdapat dalam suatu lingkungan yang kompleks dan sistem merupakan kondisi nyata yang dapat kita amati secara langsung. Adapun komponen penyusun sebuah sistem diantaranya adalah :

1. *Entity* adalah objek amatan dalam sebuah sistem. *Entity* bergerak, berubah status, mempengaruhi dan dipengaruhi oleh entity lain, serta mempengaruhi ukuran performansi *output*.
2. *Activity* merupakan kegiatan-kegiatan (*task*) yang terjadi dalam sebuah sistem (baik langsung maupun tidak langsung) dalam melakukan proses dari *entity-entity* yang ada, atau dapat dikatakan sebagai proses-proses yang bisa melakukan/menyebabkan perubahan dalam sistem.
3. *Attribute* adalah karakteristik *entity* yang nilainya melekat pada entity secara spesifik.
4. *Variable* adalah sebuah informasi yang menggambarkan beberapa karakteristik dari keseluruhan sistem.
5. *Resources* merupakan wadah untuk menampung entitas dalam jumlah tertentu. Entitas yang berasal dari suatu *resources* dapat bergerak di dalam sistem jika *resources* tersebut bersifat *seize-delay-release* (tampung-berhenti-sejenak-dikeluarkan).
6. *Control* adalah hal-hal yang mengendalikan sistem, mengatur bagaimana, dimana, dan kapan aktivitas suatu sistem tersebut berjalan.

Sistem tersebut nantinya dimodelkan untuk meniru kondisi eksisting dan disimulasikan untuk menjalankan model yang sudah dibuat.

2.9 Model

Model didefinisikan sebagai proses penggambaran operasi sistem nyata untuk menjelaskan atau menunjukkan relasi-relasi tertentu yang terlibat (Arifin, 2009).

Agar model yang dibuat sesuai dengan yang diinginkan pemodel, maka model harus memiliki empat karakteristik dasar sebagai berikut :

1. Model harus mempunyai tingkat generalisasi yang tinggi. Semakin tinggi generalisasi suatu model maka semakin baik model tersebut, sebab kemampuan untuk menyelesaikan permasalahan semakin tinggi.
2. Model harus mempunyai mekanisme yang transparan. Suatu model yang baik adalah model yang mampu menjelaskan kembali mekanisme pemecahan masalah yang dilakukan tanpa ada yang disembunyikan.
3. Model harus mempunyai potensi untuk dikembangkan (pengembangan model). Model yang baik harus membuka kemungkinan peneliti lainnya untuk mengembangkan menjadi model yang kompleks dan berdaya guna untuk menjawab permasalahan sistem nyata.
4. Model harus memiliki kepekaan terhadap perubahan asumsi. Model yang baik selalu memberi celah bagi para peneliti lainnya untuk membangkitkan asumsi lainnya.

Adapun tujuan pembuatan model adalah dapat merepresentasikan setiap kejadian atau situasi-situasi yang terjadi dalam kenyataannya, dapat menjelaskan perilaku dari objek atau elemen-elemen sistem yang diamati, dapat digunakan untuk membantu atau mempermudah proses pemecahan masalah pengambilan keputusan dan media pembelajaran yang lebih mudah bila dibandingkan harus mempelajari “*real system*” nya.

2.10 Simulasi

Simulasi adalah tiruan dari sebuah sistem dengan menggunakan model komputer untuk melakukan evaluasi dan meningkatkan kinerja sistem. Diartikan pula sebagai suatu aktivitas dimana peneliti dapat menarik kesimpulan mengenai perilaku dari suatu sistem, melalui penelaahan perilaku model yang selaras dimana hubungan sebab-akibat sama dengan atau seperti yang ada pada sistem yang sebenarnya (Arifin, 2009).

Adapun tujuan dilakukannya simulasi adalah melakukan pengamatan menggunakan informasi dari perilaku dan kinerja sistem yang sesungguhnya (Banks, Carson, & Nelson, 1996), memberikan pemahaman pada model yang dibuat dan

akan dibuat, mengukur kinerja dari model serta melakukan perbaikan dari model yang telah ada jika memungkinkan untuk diperbaiki, dan mengetahui peformansi dari sebuah sistem yang dibuat. Syarat dilakukannya simulasi adalah sebagai berikut (Aziz, 2013).

1. Suatu keputusan operasional sedang dibuat
2. Proses yang sedang dianalisis mudah digambarkan dan berulang
3. Peristiwa dan aktivitas menunjukkan adanya interdependencies dan variabilitas
4. Biaya berdampak pada keputusan dan lebih besar dari ongkos melakukan simulasi
5. Beban untuk mengadakan percobaan pada sistem nyata lebih besar dibandingkan beban untuk melakukan simulasi.

Pada dasarnya model simulasi dikelompokkan menjadi tiga, yaitu:

d. Model Simulasi Statis dan Model Simulasi Dinamis

Model simulasi ini dibagi lagi berdasarkan berpengaruh tidaknya terhadap waktu. Model simulasi statis digunakan untuk menunjukkan sistem pada saat tertentu atau sistem yang tidak terpengaruh oleh perubahan waktu. Sedangkan model simulasi dinamis digunakan jika sistem yang dikaji dipengaruhi oleh perubahan waktu.

e. Model Simulasi Deterministik dan Model Simulasi Stokastik

Jika model simulasi yang akan dibentuk tidak mengandung variabel yang bersifat random, maka model simulasi tersebut dikatakan sebagai simulasi deterministik. Pada umumnya sistem yang dimodelkan dalam simulasi mengandung beberapa input yang bersifat random, maka pada sistem seperti ini model simulasi yang dibangun disebut model simulasi stokastik

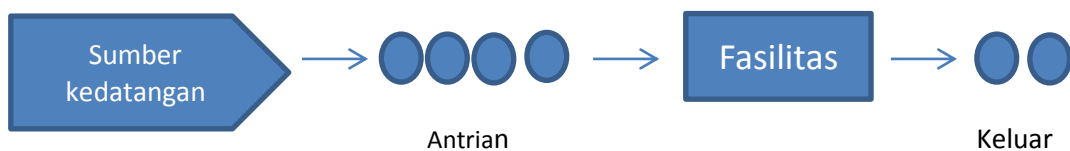
f. Model Simulasi Diskrit dan Model Kontinyu

Untuk mengelompokkan suatu model simulasi apakah diskret atau kontinyu, sangat ditentukan oleh sistem yang dikaji. Suatu sistem dikatakan diskret jika variabel sistem yang mencerminkan status sistem berubah pada titik waktu tertentu, sedangkan sistem dikatakan kontinyu jika perubahan variabel sistem berlangsung secara berkelanjutan seiring dengan perubahan waktu.

2.11 Teori Antrian

Antrian merupakan proses yang berhubungan dengan kedatangan pelanggan pada suatu fasilitas pelayanan, kemudian menunggu dalam suatu barisan atau antrian jika pelayanan sibuk sehingga meninggalkan fasilitas tersebut. Sebuah sistem antrian adalah suatu himpunan pelanggan pelayanan dan suatu aturan yang mengatur kedatangan pada pelanggan dan pemrosesan masalahnya. Tujuan dasar model antrian adalah untuk meminimumkan total biaya, baik biaya langsung penyediaan fasilitas pelayanan dan biaya tidak langsung yang timbul karena pelanggan harus menunggu untuk dilayani.

Penentuan model antrian yang digunakan tergantung pada pola distribusi data waktu pelayanan dan waktu kedatangan kapal. Adapun komponen dasar proses antrian adalah kedatangan, pelayanan, dan antrian. Komponen-komponen ini bisa digambarkan seperti gambar berikut:



karakteristik sistem antrian adalah memiliki 5 komponen, yaitu:

1. Sumber Input

Salah satu karakteristik dari sumber input adalah ukurannya yaitu jumlah pemakai jasa yang membutuhkan pelayanan dari waktu ke waktu atau jumlah total pemakai jasa potensial. Sumber input ini dapat diasumsikan terbatas atau tidak terbatas. Sumber yang terbatas menjadi lebih sulit untuk dianalisis karena jumlah pemakai jasa pada sistem pemakai antrian mempengaruhi jumlah pemakai jasa potensial.

2. Pola Kedatangan

Pola kedatangan pelanggan biasanya diikuti dengan waktu antara kedatangan yakni waktu antar kedatangan dua pelanggan yang berurutan pada suatu fasilitas pelayanan. Pola ini dapat diketahui secara pasti berupa suatu variabel acak yang distribusi probabilitasnya sudah diketahui. Pola ini bergantung pada jumlah pelanggan yang berada dalam sistem atau tidak bergantung pada keadaan sistem antrian.

3. Pola Pelayanan

Pola pelayanan biasanya dicirikan oleh waktu pelayanan yaitu waktu yang dibutuhkan seorang pelayan untuk melayani seorang pelanggan, waktu pelayanan ini bersifat diketahui secara pasti berupa variabel acak yang distribusi probabilitasnya telah diketahui.

4. Disiplin Pelayanan

Disiplin pelayanan adalah aturan dimana para pelanggan dilayani. Aturan ini dapat ditentukan dari kedatangan pelanggan, misalnya pelanggan yang datang awal dilayani dulu, aturan ini dikenal dengan singkatan FCFS (*First Come First Service*), atau pelanggan yang datang terakhir dilayani dulu LCFS (*Last Come First Service*), berdasar prioritas, berdasar abjad, berdasar janji, dan lain-lain. Jika tak ada antrian berarti terdapat pelayan yang nganggur atau kelebihan fasilitas pelayanan.

5. Fasilitas Pelayanan

Seleksi dari struktur fasilitas pelayan yang diberikan, volume konsumen, jenis operasi yang dilakukan dengan teknologi yang sesuai dengan yang dilaksanakan.

2.12 Software ARENA

Arena adalah perangkat lunak simulasi diskrit yang dikembangkan oleh *Rockwell Automation* pada tahun 2000. Program ini menggunakan prosesor SIMAN dan bahasa simulasi. Arena dapat diintegrasikan dengan teknologi Microsoft. Ini termasuk *Visual Basic* untuk aplikasi sehingga model dapat lebih otomatis jika algoritma tertentu diperlukan. Hal ini juga mendukung mengimpor diagram alur dari *Microsoft Visio*, serta membaca dari atau keluaran ke *spreadsheet Excel* dan *database Access*.

Di Arena, pengguna membangun model eksperimen dengan menempatkan modul (kotak dari berbagai bentuk) yang mewakili proses atau logika. Garis konektor digunakan untuk bergabung modul ini bersama-sama dan untuk menentukan aliran entitas. Sementara modul memiliki tindakan spesifik terhadap entitas, aliran, dan waktu, representasi yang tepat dari modul dan entitas masing-masing relatif terhadap kondisi nyata. Data statistik, seperti waktu siklus dan WIP (barang dalam proses) tingkat, dapat direkam dan dikeluarkan sebagai laporan. Ada beberapa hal yang dapat dilakukan dengan menggunakan Arena, antara lain :

1. Memodelkan setiap proses yang terjadi dalam kondisi yang sebenarnya
2. Mensimulasikan performa di masa yang mendatang dari sistem pemodelan yang telah kita buat untuk memahami hubungan antar proses dalam sistem
3. Memvisualisasikan kondisi operasional dengan animasi dinamis
4. Menganalisa bagaimana kinerja sistem berdasarkan konfigurasi dari modul-modul yang telah dibuat dan alternatif-alternatif yang mungkin bisa direalisasikan sehingga dapat membantu dalam proses pengambilan keputusan yang terbaik.

Model simulasi Arena dapat digunakan untuk menganalisis sistem yang lebih kompleks. Model simulasi dapat dipadukan dengan model numerik sehingga keduanya saling mendukung dalam menganalisis suatu jenis sistem yang kompleks. Model simulasi biasanya didukung oleh tipe data yang berhubungan langsung dengan angka acak, sedangkan tipe data bersifat probabilitas. Data yang seperti ini memiliki perilaku terhadap sistem yang tidak dapat diprediksikan secara pasti karena perilakunya tidak beraturan (Nur, 2013).

2.12.1 Input Analyzer

Input analyzer adalah fasilitas dari *software* Arena yang berguna untuk mencari distribusi yang sesuai dari data historis yang telah dikumpulkan atau didapatkan. Misalnya data waktu antar kedatangan, waktu proses, waktu pelayanan, dan data lainnya.

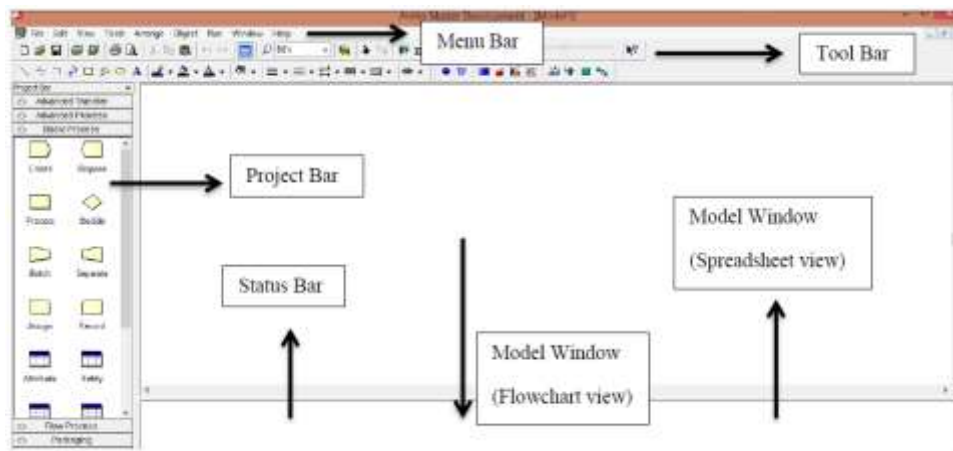
Input Analyzer juga dapat menentukan jenis distribusi yang paling tepat melalui metode *fitting* yang dimiliki, pengguna dapat menguji kecocokan suatu pola distribusi dengan asumsi dari Input Analyzer. Distribusi yang didapat dari data, akan diuji kembali melalui *Input Analyzer* apakah sebaran tersebut sesuai jenis distribusinya dengan menggunakan metode *fitting*.

Dari metode *fitting*, akan menghasilkan *chi square*, Kolmogorov-Smirnov *test*, dan *Square Error*. *Chi Square* dan Kolmogorov-Smirnov *test* akan menghasilkan nilai p, dimana semakin tinggi nilai p, maka jenis distribusi tersebut semakin cocok. Dan Input Analyzer akan memilih *Square Error* paling rendah dari semua *fitting* yang dilakukan. *Square Error* terkecil tidak menjadi jaminan bahwa pola distribusi tersebut adalah yang paling cocok dan mendekati pola distribusi yang dianalisa. Hal tersebut harus dibandingkan kembali dengan nilai p.

Selain itu, Input Analyzer juga dapat membantu dalam mencoba *fitting* untuk jenis distribusi lain, seperti distribusi Gamma dan Beta cukup identik satu sama lain, dan menggunakan *chi square*, Kolmogorov-Smirnov *test*, dan *Square Error*, akan dapat ditemukan pola distribusi alternatif.

2.12.2 Halaman Kerja Software Arena

Pada menu *start windows* dipilih program *Rockwell Software* dan kemudian dipilih Arena setelah dijalankan maka akan muncul tampilan *software* Arena seperti berikut ini.



Gambar 2.12.1 Gambaran umum program Arena

1. Menu bar

Menu bar yang ada di dalam Arena secara umum terdiri dari menu-menu yang identik pada kebanyakan aplikasi untuk *windows*, seperti menu *file* (untuk manajemen file pengguna), menu *edit*, *view*. Dan tentunya terdapat beberapa menu bar yang disediakan Arena untuk membantu pengerjaan *modeling system* (seperti *tools*, *arrange*, *object*, dan *run*).

2. Project bar

Project bar pada Arena terdiri dari dua hal, yaitu:

a. Flowchart modul

Merupakan modul untuk membangun model simulasi dalam Arena, terdiri dari modul *basic process*, modul *advance process*.

b. Spreadsheet modul

Merupakan modul untuk status dari *flowchart* yang digunakan. Status yang ada didapatkan secara otomatis atau diinput secara manual.

3. *Status bar*

Merupakan suatu modul dalam Arena yang bertujuan untuk melihat status dari pekerjaan (modul) kita saat ini. Contoh kondisi, *Running* = model simulasi kita sedang dijalankan.

4. *Toolbar*

Merupakan suatu window yang berisi daftar perintah yang sering digunakan dan dipresentasikan dalam bentuk tombol.

5. *Model window (Flowchart view)*

Window ini merupakan *window* induk yang melingkupi seluruh lingkungan kerja Arena. Fungsi utama *window* ini adalah sebagai tempat *docking* bagi modul modul yang digunakan.

6. *Model window (Spreadsheet view)*

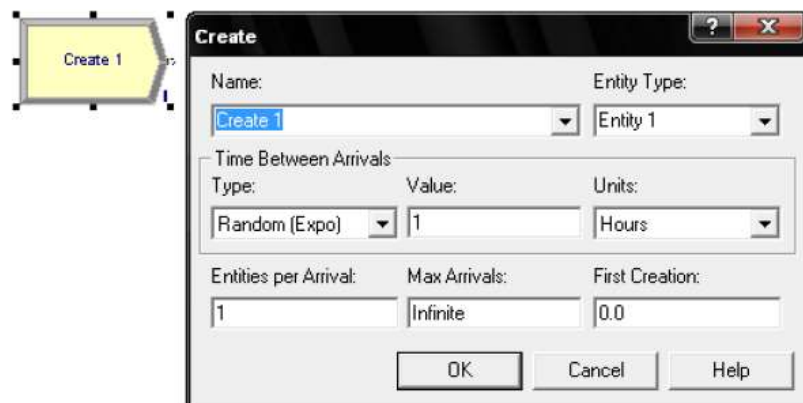
Window ini merupakan window yang digunakan untuk melihat data yang terdapat pada modul-modul yang digunakan pada *flowchart* modul.

2.12.3 Modul Basic Process Pada Arena

Basic Process merupakan modul – modul dasar yang digunakan untuk simulasi. *Template basic process* ini terdiri dari beberapa modul seperti (Aryadi, 2009) :

1. *Create*

Modul ini digunakan untuk meng-*generate* kedatangan *entity* kedalam simulasi



Gambar 2.12.2 Modul create pada Basic Process

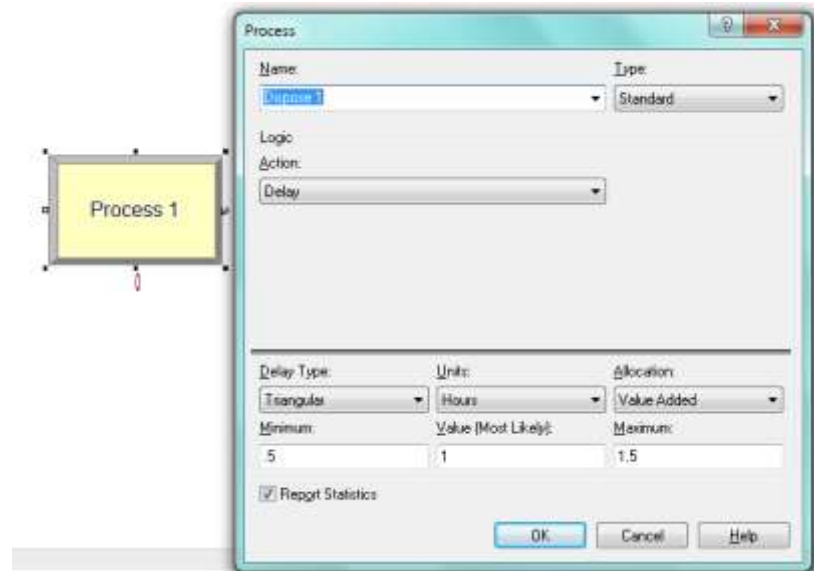
Adapun elemen – elemen yang melekat pada modul *create* seperti:

- a. *Name* : nama modul create yang digunakan
 - b. *Entity type* : jenis entitas yang di-generate pada simulasi
 - c. *Type* : jenis waktu antar kedatangan entitas
 - i. *Random (expo)*
 - ii. *Schedule*
 - iii. *Constant*
 - iv. *Expression*
 - d. *Value* : nilai daripada interval kedatangan berdasarkan tipe yang sudah ditentukan units : satuan waktu yang digunakan
 - e. *Entities per arrivals* : jumlah maksimum generate entitas ke dalam simulasi
 - f. *First creation* : waktu pertama kali generate ke dalam simulasi
2. **Dispose**
- Record entity statistics* : digunakan untuk mencatat output standard daripada Arena



Gambar 2.12.3 Modul *Dispose* pada *Basic Process*

3. *Process*



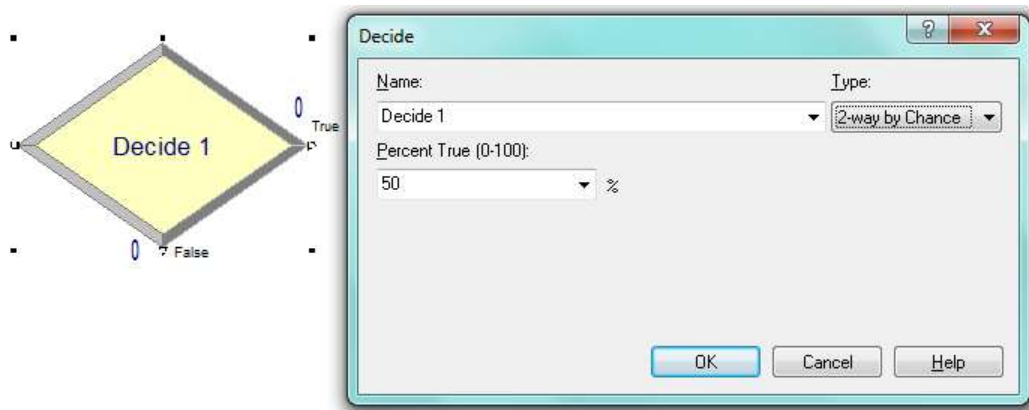
Gambar 2.12.4 Modul *Process* pada *Basic Process*

Adapun elemen–elemen yang melekat pada modul *process* antara lain :

- a. *Name* : nama daripada modul proses yang digunakan
- b. *Type* : tipe dari proses itu sendiri
- c. *Action* : jenis aktivitas yang dilakukan pada saat modul proses bertipe standard
- c. *Standard* : terdiri dari satu proses saja
- d. *Sub model* : terdiri dari satu proses atau lebih
- d. *Priority* : nilai prioritas dari beberapa jenis proses alternatif
- e. *Resources* : sumber daya yang digunakan dalam melakukan aktivitas proses
- f. *Delay type* : waktu proses atau bisa juga diasumsikan sebagai waktu *delay* ketika tidak menggunakan *resource* sama sekali
- g. *Allocation* : jenis aktivitas yang terjadi pada modul ini, terdiri dari beberapa jenis yaitu :
 - *Value added* : proses yang dilakukan terjadi penambahan nilai dari material input mnjadi output
 - *Non value added* : tidak terjadi proses penambahan nilai dari material input menjadi output (misalkan kegiatan inspeksi)
- e. *Transfer* : waktu transfer dari satu tempat ke tempat lain
- f. *Wait* : waktu tunggu sebelum entity melakukan aktivitas berikutnya

4. *Decide*

Modul ini digunakan untuk menentukan keputusan dalam proses, didalamnya termasuk beberapa pilihan untuk membuat keputusan berdasarkan satu atau beberapa pilihan.



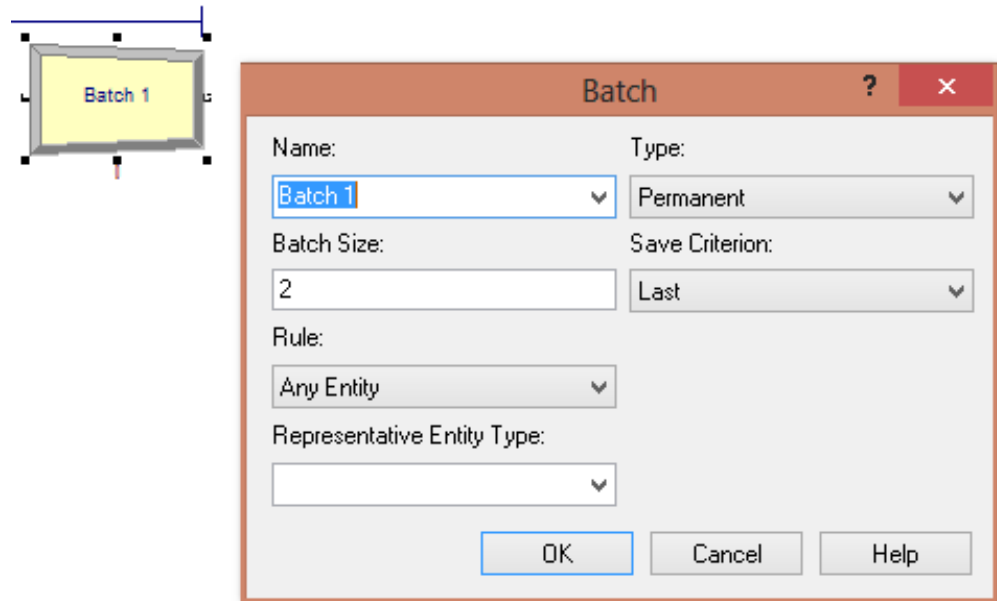
Gambar 2.12.5 Modul *Decide* pada *Basic Process*

Adapun elemen – elemen yang melekat pada modul *decide* antara lain :

- a. *Type* : mengidentifikasikan apakah keputusan berdasarkan pada kondisi dan dapat dispesifikasikan menjadi dua jenis, yaitu :
 - 2 way digunakan jika hanya untuk satu kondisi benar atau salah :
2 –way by chance dan 2–way by condition
 - N –way : digunakan untuk berapapun jumlah kondisi yang digunakan : N
–way by chance : mendefinisikan satu atau prosentase dan N –way by condition : mendefinisikan satu atau lebih kondisi
- b. *Percent true* : prosentase nilai yang digunakan untuk menetapkan entitas yang keluar, nilai yang keluar adalah nilai yang bernilai benar.

5. *Batch*

Modul ini digunakan untuk menggabungkan beberapa *entitiy / assembly*



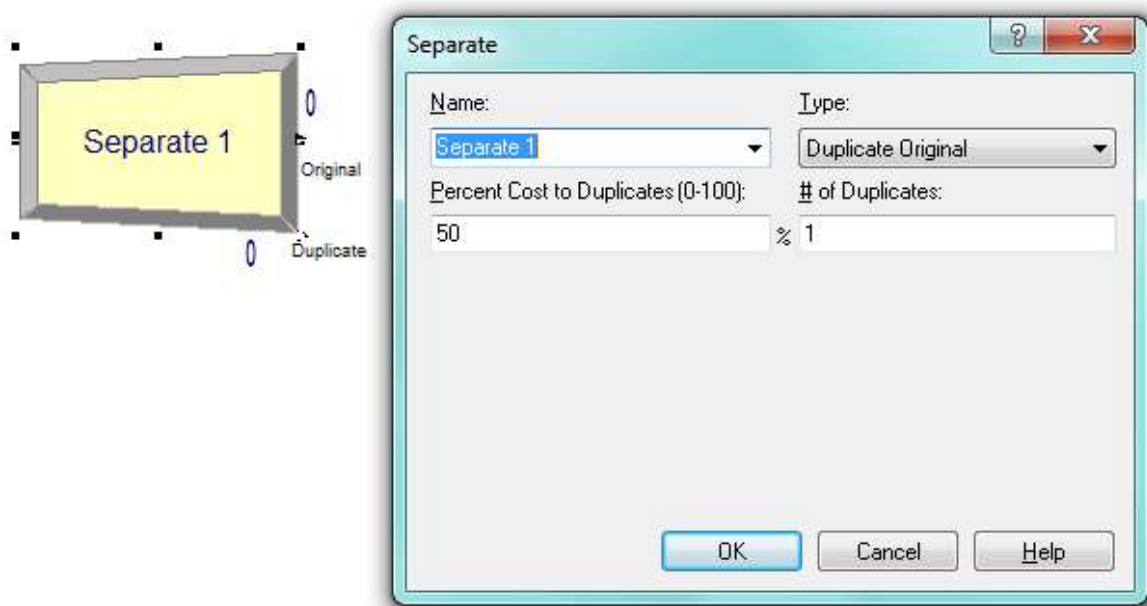
Gambar 2.12.6 Modul *Batch* pada *Basic Process*

- a. *Type*: tipe daripada *assembly* terdiri dari dua jenis yaitu:
 - *Temporary*: *assembly* bersifat sementara sehingga dapat dilakukan *disassembly* ketika diperlukan
 - *Permanent*: *assembly* bersifat permanen sehingga tidak dapat di-*breakdown* lagi
- b. *Batch size*: Syarat jumlah entity yang sesuai dengan persyaratan yang masuk dalam modul ini untuk dapat dilakukan proses *assembly*
- c. *Save criterion*: atribut terakhir yang melekat pada *output* daripada *assembly* terdiri dari beberapa kriteria:
 - *First*: adalah atribut yang melekat pada *output assembly* sama dengan atribut entitas yang pertama kali masuk dalam proses *assembly*
 - *Last*: adalah atribut yang melekat pada *output assembly* sama dengan atribut entitas yang terakhir kali masuk dalam proses *assembly*
 - *Product*: adalah atribut yang melekat pada *output assembly* berbeda dengan atribut yang masuk dalam proses *assembly*
- d. *Rule* : aturan entitas yang memenuhi syarat untuk digunakan dalam *assembly*. Ada dua jenis aturan yang dapat digunakan, yaitu:
 - *Any entity*: setiap entitas yang masuk dalam modul ini diasumsikan dapat digunakan untuk *assembly*

- *By attribute* : entitas yang dapat digunakan untuk *assembly* adalah entitas yang memiliki atribut sesuai dengan yang telah ditentukan

6. *Separate*

Modul ini digunakan untuk *disassembly* hasil dari modul *batch*, atau juga bisa diasumsikan sebagai aliran entitas yang terpisah. Misal pada sistem rumah sakit, pasien membawa resep dokter, maka aliran antara entitas pasien dengan resep akan berbeda pada titik–itik tertentu



Gambar 2.12.7 Modul *Seperate* pada *Basic Process*

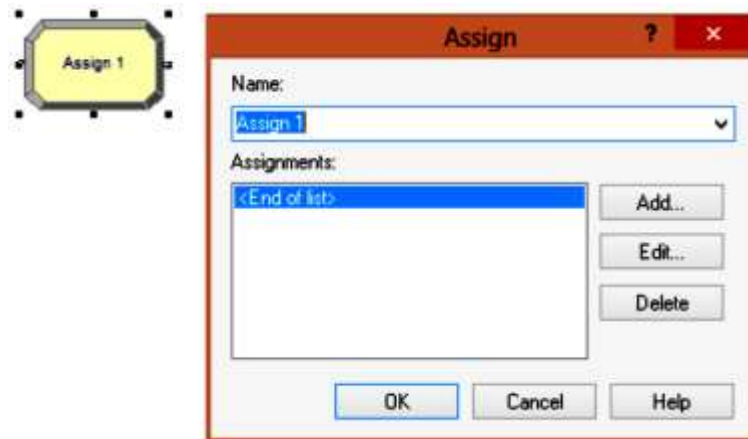
Type : tipe daripada modul *separate* yang digunakan. Terdiri dari dua jenis, yaitu:

- Split existing batch* : memisahkan rakitan yang sudah ada (entitas yang berasal dari modul *batch*)
- Duplicate original* : menduplikat entitas yang ada seperti pada kasus pasien dengan resep dokter.

Pada saat tipe modul ini adalah *split existing batch*, maka akan muncul member attribute yang berguna untuk mengirim atribut pada masing – masing entitas yang telah di-*breakdown*. Terdiri dari beberapa jenis antara lain : *Retain original entity values*, yaitu nilai pada masing – masing entitas sama

7. *Assign*

Modul ini digunakan untuk memasukkan nilai baru pada variable, *entity atribut*, *entity type*, atau variable lain pada sistem.

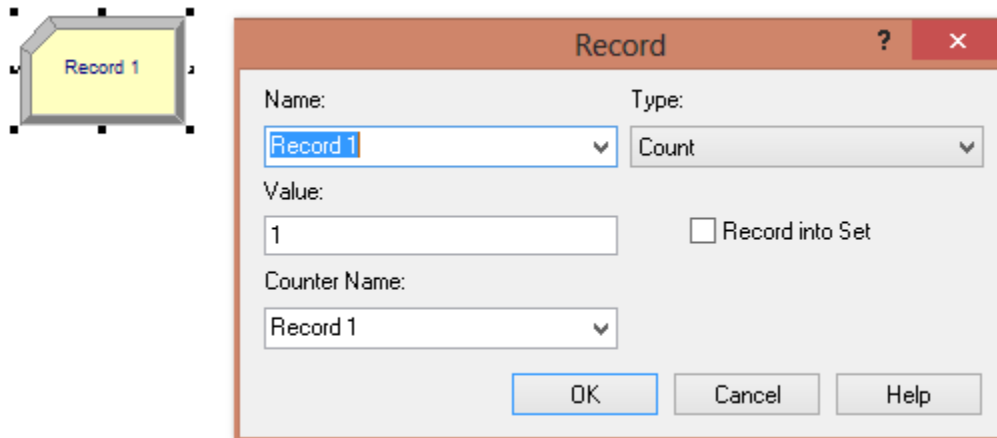


Gambar 2.12.8 Modul Assign pada *Basic Process*

- a. Assign : untuk menspesifikasikan satu atau lebih tugas yang akan dibuat tipe. Tipe dari tugas yang akan dilakukan terdiri dari :
 - *Variable* : nama yang diberikan pada sebuah entitas variable dengan nilai baru
 - *Atribut* : nama yang diberikan pada sebuah entity atribut dengan nilai baru
 - *Entity type* : sebuah tipe baru dari entitas
 - *Entity picture* : sebuah tipe baru berupa Gambar
 - *Other* : untuk mengidentikasi untuk atribut yang lainnya
- b. *New value* : nilai baru pada atribut, variable, atau variable system lainnya.
Tidak dapat digunakan untuk *entity tipe* dan *entity picture*

8. Record

Modul ini digunakan untuk memunculkan data statistik pada model simulasi, tipe data statistic yang dapat dimunculkan seperti waktu antar kedatangan.



Gambar 2.12.9 Modul record pada *Basic Process*

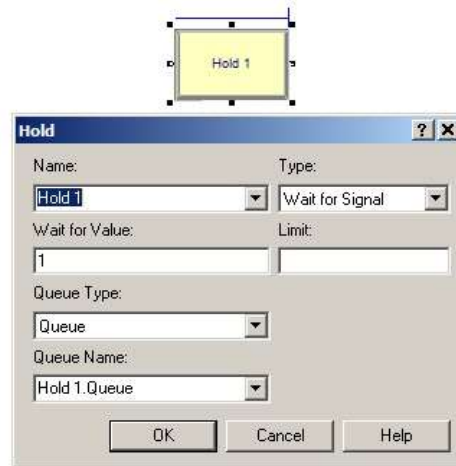
- a. *Type* : terdiri dari *count*, *entity statistic*, *time interval*, *time between*, *expression*
 - *Count* : menurunkan atau menaikkan nilai statistik
 - *Entity statistic* : menunjukkan nilai statistic secara umum seperti waktu, biaya
 - *Time interval* : melacak dan mencatat waktu antar kedatangan
 - *Expression* : mencatat nilai dari suatu nilai
- b. *Value* : mencatat data yang menggunakan statistic, tipe yang digunakan adalah ekspresi atau bisa dengan *count*
- c. *Counter name* : mendefinisikan penambahan atau penurunan data statistik, digunakan jika tipenya *counter*
- d. *Record into set* : cek box yang digunakan apakah akan digunakan penanda *tally* alat penghitung lainnya

2.12.4 Modul *Advance Process* Pada Arena

Advanced process panel adalah panel yang memiliki beberapa *module* yang memiliki fungsi dan aplikasi proses yang lebih bervariasi daripada panel basic process. Panel tersebut dibagi menjadi *General flowchart Module* dan *Data Module*. Berikut adalah beberapa modul dari *Advanced Procces* pada Arena :

5. *Hold Module*

Modul ini akan memegang sebuah entitas dalam sebuah antrian untuk menunggu sinyal, menunggu untuk kondisi tertentu untuk kemudian dilakukan pemindaian, atau terpegang selama waktu yang tidak terbatas. Contoh penggunaannya adalah menahan kapal masuk ketika keadaan semua tambatan pada dermaga penuh. Dan akan memasuki dermaga ketika mendapat *signal* ada tambatan yang kosong.



Gambar 2.12.10 Modul Hold pada Basic Process

Adapun elemen – elemen yang melekat pada modul *Hold* seperti:

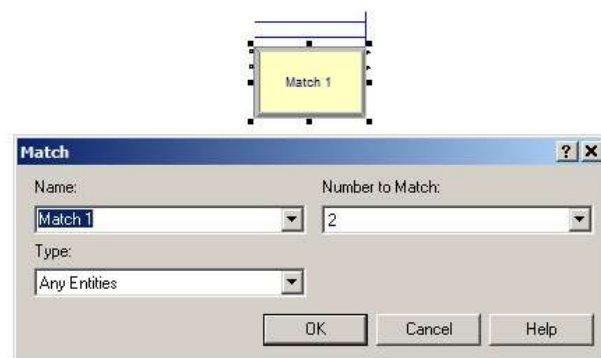
- a. *Name* : Nama modul Hold yang digunakan
- b. *Type* : Alasan untuk memegang entitas dalam waktu tertentu. *Wait For Signal* menunjukkan entitas akan di *hold* sampai sinyal darinilai yang sama diterima. *Scan for Condition* mengadakan entitas sampai kondisi yang ditetapkan menjadi benar. *Infinite Hold* mengadakan entitas sampaitersebut akan dihapus dari antrian oleh modul Hapus.
- c. *Wait for Value*: Nilai Sinyal untuk entitas menunggu.
- d. *Limit* : Jumlah maksimum entitas tunggu yang akan dirilis setelah menerima sinyal.
- e. *Condition* : Menentukan kondisi yang akan dievaluasi untuk menahan entitas dimodul. Jika kondisi ini dievaluasi dan bernilai benar, entitas meninggalkan modul segera. Jika kondisi salah, entitas akan menunggu di terkait antrian sampai kondisi menjadi benar.
- f. *QueueType* : Menentukan jenis antrian yang digunakan untuk menahan entitas. Jika Antrian dipilih, nama antrian ditentukan. Jika Set dipilih, antrian

diatur dan anggota dalam set yang ditentukan. Jika internal dipilih, antrian internal yang digunakan untuk menyimpan semua entitas menunggu. Atribut dan Ekspresi adalah tambahan metode untuk menentukan antrian yang akan digunakan.

- g. *Queue Name* : Untuk mendefinisikan simbol nama antrian.
- h. *Set Index* : Untuk mendefinisikan indeks ke set antrian. Perhatikan bahwa ini adalah indeks ke set dan bukan nama antrian di set. Misalnya, entri hanya berlaku untuk antrian set berisi tiga anggota adalah ekspresi yang mengevaluasi ke 1,2, atau 3.
- i. *Attribute* : Bidang ini hanya akan terlihat jika Jenis Antrian Atribut. Atribut masuk di bidang ini akan dievaluasi untuk menunjukkan antrian adalah menjadi digunakan.
- j. *Expression* : Ekspresi ini hanya akan terlihat jika Jenis Antrian Expression. Ekspresi masuk di bidang ini akan dievaluasi untuk menunjukkan antrian akan digunakan.

6. *Match Module*

Fungsi *match module* adalah membawa beberapa entitas sekaligus untuk menunggu di antrian yang berbeda. Contoh penggunaan adalah penggabungan kapal dengan muatan sebelum meninggalkan pelabuhan.



Gambar 2.12.11 Modul Match pada Basic Process

Adapun elemen – elemen yang melekat pada modul *Match* seperti:

- a. *Name* : *Module* unik untuk mengidentifikasikan bentuk *module* yang ditampilkan.
- b. *Number to Match* : Jumlah entitas yang cocok yang harus berada dalam antrian yang berbeda sebelum proses *matching* dapat diselesaikan.

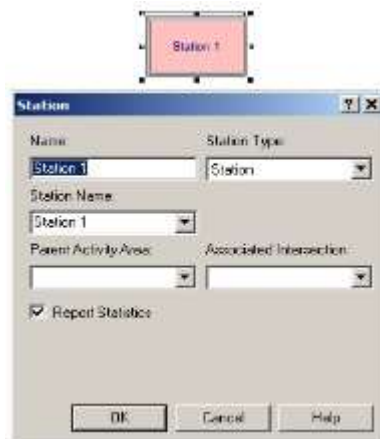
- c. *Type* : Metode pencocokan entitas yang masuk. Jika Jenis adalah *Any Entitates*, salah satu entitas harus berada di setiap antrian untuk pertandingan yang akan dibuat. Jika *Type* berdasarkan pada Atribut, satu entitas harus berada dalam antrian masing-masing dengan nilai atribut yang sama.

2.12.5 Modul *Advance Transfer* Pada Arena

Modul *Advanced Transfer* merupakan modul-modul yang digunakan untuk menggambarkan pergerakan entitas dalam sistem, berikut adalah beberapa contoh modul *Advanced Transfer* :

1. *Station Module*

Station module mendefinisikan sebuah *station* (atau kumpulan *station*) yang cocok secara fisik atau logis lokasi dimana proses muncul. Contoh penggunaannya adalah penetapan area blok penumpukan.

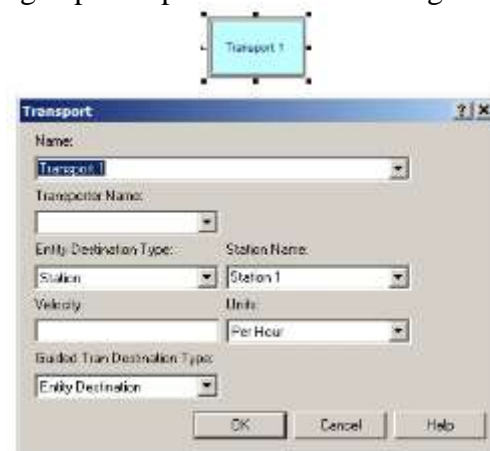


Gambar 2.12.12 Modul Station

Adapun elemen – elemen yang melekat pada modul *Station* seperti:

- Station Type* : Jenis stasiun yang ditetapkan, baik sebagai stasiun individu atau *Set*
- Station Name* : Nama dari setiap *station*
- Set Name* : Nama untuk pengaturan *station*
- Parent Activity Area* : Nama untuk aktivitas sumber *Area*
- Associated Intersection* : Nama untuk irisan yang disatukan dengan *station* ini dalam jaringan *transporter* terpandu

- f. *Report Statistics* : Menentukan apakah statistik otomatis akan dikumpulkan dan disimpan dalam *database* laporan untuk stasiun ini dan yang sesuai kegiatan daerah
 - g. *Save Attribute* : Nama atribut digunakan untuk menyimpan nomer *index* dalam pengaturan *station* dari anggota yang telah dipilih
 - h. *Station Set Members* : Nama untuk *station-station* yang menjadi anggota dalam pengaturan *station* tersebut
 - i. *Station Name* : Sebuah stasiun yang diberikan hanya dapat eksis sekali dalam model. Oleh karena itu, stasiun individu hanya dapat menjadi anggota dari satu set stasiun, dan bahwa stasiun individu mungkin bukan nama sebuah stasiun di *module* lain
 - j. *Parent Activity Area* : Nama dari *Activity Area* 's *parent* untuk anggota *station*
- a. *Transport Module*
- Fungsi dari *transport module* adalah mentransfer entitas pengendali ke stasiun tujuan. Contoh penggunaannya adalah *headtruck & chasis* yang membawa petikemas dari dan ke lapangan penumpukan atau ke dermaga

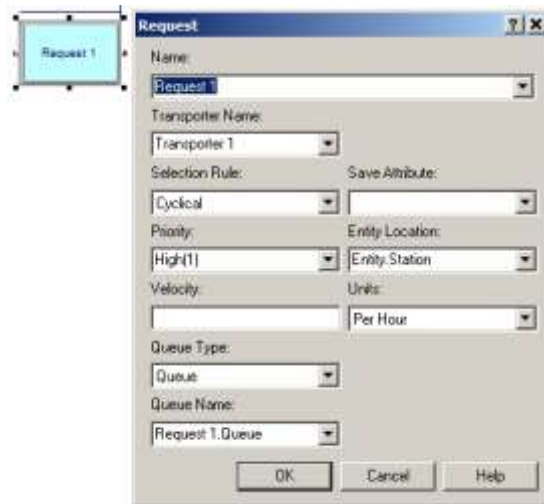


Gambar 2.12.13 Modul Transport

Adapun elemen – elemen yang melekat pada modul *Transport* seperti:

- a. *Name* : Nama unik untuk *module* yang akan ditampilkan dalam dalam diagram alir
- b. *Transporter Name* : Nama *transporter* yang bergerak
- c. *Unit Number* : Menentukan unit *transporter* yang berapa dalam *transporter* set untuk *transportasi*

- d. *Entity Destination Type* : Menentukan metode untuk spesifikasi logika *station* tujuan dari entitas
 - e. *Attribute Name* : Nama untuk atribut yang menyimpan nama *station* untuk entitas yang akan dijalankan
 - f. *Expression* : Ekspresi yang akan dievaluasi untuk *station* dimana entitas akan dijalankan
 - g. *Velocity* : Menspesifikasikan kecepatan sementara pada entitas dan *transporter* yang akan bergerak ke *station* tujuan
 - h. *Units* : Satuan kecepatan waktu
 - i. *Guided Tran Destination Type* : Memungkinkan spesifikasi tujuan *guided transporter* yang berbeda dari tujuan entitas. *Field* ini diabaikan jika *Transporter Name* adalah *free-path transporter*
 - j. *Station Name* : Mendefinisikan nama *station* dengan menyatukan irisan untuk *transporter* yang dikendalikan akan bergerak
 - k. *Attribute Name* : Mendefinisikan nama atribut yang menyimpan nama *station* dengan sebuah penyatuan irisan hingga *transporter* yang akan dikendalikan akan bergerak
 - l. *Expression* : Mendefinisikan sebuah ekspresi yang mengevaluasi untuk lokasi hubungan dimana *transporter* yang dikendalikan akan bergerak
 - m. *Intersection Name* : Mendefinisikan nama dari irisan dimana *transporter* yang dikendalikan akan bergerak
 - n. *Network Link Name* : Mendefinisikan nama dari hubungan jaringan dimana *transporter* yang dikendalikan akan bergerak
 - o. *Zone* : Jumlah zona spesifik pada *Network Link Name*
- b. *Request Module*
- Request module* menugaskan unit *transporter* ke suatu entitas dan menggerakkan unit ke lokasi stasiun entitas. Contoh penggunaannya adalah petikemas yang siap untuk dibawa ke lapangan penumpukan dan memanggil *headtruck*.

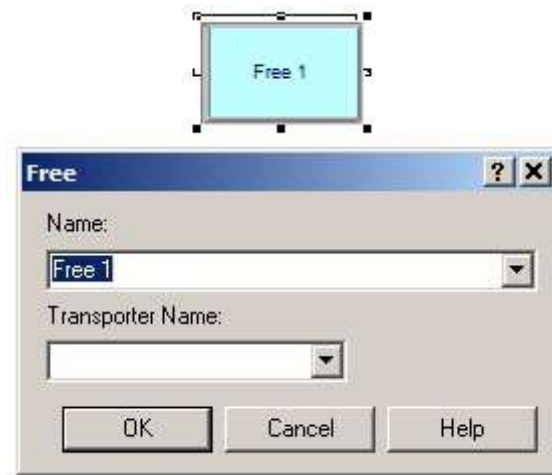


Gambar 2.12.14 Modul Request Pada Arena

Adapun elemen – elemen yang melekat pada modul *request* seperti:

- a. *Name* : Nama unik pada *module* yang akan ditampilkan dalam diagram alir
- b. *Transporter Name* : Nama dari *transporter* untuk dialokasi
- c. *Selection Rule* : Aturan untuk menentukan *transporter* yang mana yang akan udialokasikan ke entitas, tiap *Cyclical*, *Random*, *Preferred Order*, *Spesific Member*, *Largest Distance*, dan *Smallest Distance*
- d. *Save Attribute* : Menyatakan nama atribut yang akan menyimpan nomor unit yang dipilih *transporter*
- e. *Unit Number* : Menentukan unit *transporter* tertentu
- f. *Priority* : Prioritas nilai entitas menunggu di *module* ini untuk *transporter* ditentukan jika satu atau lebih entitas yang menunggu untuk *transporter* yang sama di mana saja dalam model
- g. *Entity Location* : *Transporter* akan bergerak setelah lokasi dialokasikan
- h. *Velocity* : Kecepatan di mana *transporter* tersebut akan dipindahkan ke lokasi entitas panjang unit per satuan waktu. Waktu unit ditentukan dalam bidang Unit
- i. *Units* : Satuan kecepatan waktu
- j. *Queue Type* : Jenis antrian digunakan untuk menahan entitas sambil menunggu untuk mengakses *transporter*, baik sebagai *Individual Queue*, *Queue Set*, *Internal Queue*, atau *Attribute* atau *Exspression* yang mengevaluasi nama antrian tersebut
- k. *Queue Name* : Nama untuk setiap antrian

- l. *Set Name* : Nama untuk set antrian
 - m. *Set Index* : Indeks ke *set* antrian. Perhatikan bahwa ini adalah indeks ke *set* dan bukan nama antrian di *set*
 - n. *Attribute Name* : Nama atribut yang akan dievaluasi untuk nama antrian
 - o. *Expression* : Ekspresi mengevaluasi nama antrian
- c. *Free Module*



Gambar 2.12.15 Modul Free

Adapun elemen – elemen yang melekat pada modul *Free* seperti:

- a. *Name* : Nama unik dari modul yang akan ditampilkan dalam diagram alur
- b. *Transporter Name* : Nama transporter untuk membebaskan entitas
- c. *Unit Number* : Menentukan mana unit transporter dalam transporter yang diatur untuk membebaskan entitas

2.12.6 Data Module Advanced Transfer Panel

Data *module* adalah sekumpulan objek yang ada di tampilan lembar kerja dari model yang mendefinisikan karakteristik bermacam-macam elemen proses seperti *distance* dan *segment*. Berikut adalah macam-macam *module* yang termasuk dalam data *module Advanced Transfer Panel*

a. *Distance Module*

Fungsi dari modul *Distance* digunakan untuk menetapkan jarak perjalanan antara semua stasiun yang dapat diakses oleh *free-path Transporter*. Contoh penggunaannya adalah pendefinisian jarak perjalanan di lapangan penumpukan.



Distance

Gambar 2.12.16 Modul Distance

Adapun elemen – elemen yang melekat pada modul *Distance* seperti:

- a. *Name* : Nama *distance set*
- b. *Beginning Station* : Nama *station* awal
- c. *Ending Station* : Nama *Station* akhir

b. Transporter Module

Fungsi dari *Transporter module* adalah untuk menetapkan perangkat *Free-path* atau guided transporter untuk menggerakkan entitas dari satu lokasi ke lokasi lain. Contoh penggunaannya adalah truk yang memindahkan petikemas.



Transporter

Gambar 2.12.17 Modul Transporter

Adapun elemen – elemen yang melekat pada modul *Distance* seperti:

- a. *Name* : Nama segmen
- b. *Beginning Station* : Nama stasiun pertama yang terletak di conveyor
- c. *Next Station* : Nama stasiun berikutnya yang terletak di conveyor
- d. *Length distance* : Panjang Jarak antara stasiun dan stasiun sebelumnya

2.12.7 Macam-macam Distribusi pada Software Arena

Berikut beberapa distribusi yang sering digunakan pada program arena adalah :

1. Distribusi erlang

Distribusi Erlang adalah suatu kasus secara khusus yang menyangkut distribusi gamma, dimana parameter bentuk adalah suatu bilangan bulat (k). Distribusi Erlang dapat digunakan dalam situasi di mana suatu aktivitas terjadi dalam tahap berurutan dan mempunyai distribusi yang bersifat eksponen. Distribusi Erlang sering digunakan untuk menghadirkan waktu dan untuk menyelesaikan suatu tugas.

2. Distribusi exponential

Distribusi Exponential adalah distribusi yang sering digunakan untuk model interevent pada suatu proses kedatangan acak, tetapi umumnya hanya untuk memproses penundaan waktu.

3. Distribusi gamma

Distribusi Gamma adalah distribusi yang digunakan untuk menghadirkan waktu dan untuk menyelesaikan beberapa tugas (misalnya, suatu pengerjaan dengan mesin waktu atau pada waktu memperbaiki mesin). Distribusi Gamma digunakan untuk bilangan bulat yang membentuk parameter, distribusi gamma menjadi sama lainnya dengan distribusi Erlang.

4. Distribusi lognormal

Lognormal digunakan pada situasi dimana kuantitas menjadi suatu produk yang berjumlah acak. Distribusi ini berhubungan dengan bilangan normal.

5. Distribusi normal

Distribusi normal adalah distribusi yang digunakan dalam situasi dimana batas pusat digunakan untuk menerapkan penjumlahan yang lain. Distribusi ini juga digunakan untuk pengalaman yang banyak pada suatu proses yang nampak akan mempunyai suatu distribusi *symmetric*, sebab distribusi ini tidak digunakan untuk penjumlahan *positive* seperti waktu proses.

6. Distribusi poisson

Distribusi Poisson adalah distribusi yang sering digunakan untuk banyaknya model pada peristiwa acak yang terjadi di dalam suatu interval waktu yang telah ditetapkan. Jika waktu antara peristiwa secara berurutan yang bersifat eksponen disebarkan, kemudian banyaknya peristiwa yang terjadi di dalam suatu waktu, yang interval mempunyai suatu distribusi poisson. Distribusi ini juga digunakan untuk model ukuran batch acak.

7. Distribusi triangular

Distribusi Triangular ini biasanya digunakan di dalam situasi di mana format tepat dari distribusi tidaklah dapat dikenal, yaitu untuk perkiraan yang minimum dan maksimum, dan nilai-nilai hampir bisa dipastikan ada tersedia. Pada distribusi triangular ini akan lebih mudah untuk menggunakan dan menjelaskan dibandingkan distribusi lain yang mungkin digunakan di dalam situasi ini (distribusi beta).

8. Distribusi *uniform*

Distribusi *Uniform* adalah distribusi yang digunakan ketika semua nilai-nilai atas suatu cakupan terbatas mungkin dianggap sama. Kadang-kadang tidak digunakan ketika informasi selain dari cakupan sudah tersedia. Distribusi seragam mempunyai suatu perbedaan lebih besar dibandingkan distribusi lain yang digunakan ketika sedang kekurangan informasi (distribusi *triangular*).

9. Distribusi weibul

Distribusi Weibul secara luas digunakan di dalam model keandalan untuk menghadirkan suatu alat. Jika satu sistem terdiri dari sejumlah besar komponen yang gagal dengan bebas, dan jika dibanding waktu antara kegagalan berurutan dapat didekati oleh distribusi weibul. Distribusi ini juga digunakan untuk menghadirkan bukan suatu tugas yang negatif adalah kepada yang ditinggalkan.

10. Distribusi beta

Distribusi Beta ini mempunyai kemampuan untuk menerima satu bentuk yang luas, distribusi ini sering digunakan untuk membuat konsep dasar model untuk ketidakhadiran data.

2.13 Regresi Linear

Analisis regresi adalah suatu proses memperkirakan secara sistematis tentang apa yang paling mungkin terjadi dimasa yang akan datang berdasarkan informasi yang sekarang dimiliki agar memperkecil kesalahan. Analisis regresi dapat juga diartikan sebagai usaha memprediksi perubahan. Perubahan nilai suatu variabel dapat disebabkan karena adanya perubahan pada variabel-variabel lain yang mempengaruhinya. Teori regresi ini berguna untuk menentukan ukuran utama kapal.

2.13.1 Persamaan Regresi

Persamaan regresi yang digunakan untuk membuat taksiran mengenai variabel dependen disebut persamaan regresi estimasi, yaitu suatu formula matematis yang menunjukkan hubungan keterkaitan antara satu atau beberapa variabel yang nilainya sudah diketahui dengan satu variabel lain yang nilainya belum diketahui.

Sifat hubungan antar variabel dalam persamaan regresi merupakan hubungan sebab akibat (*causal relationship*). Oleh karena itu, sebelum menggunakan persamaan maka perlu diyakini terlebih dahulu secara teoritis atau perkiraan sebelumnya, dua atau lebih variabel memiliki hubungan sebab akibat. Variabel yang nilainya akan mempengaruhi nilai variabel lain disebut variabel bebas (*independent variable*), sedangkan variabel yang nilainya dipengaruhi oleh nilai variabel lain disebut variabel tidak bebas (*dependent variable*).

Regresi linear sederhana adalah regresi yang melibatkan hubungan antara satu variabel tak bebas (y) dihubungkan dengan satu variabel bebas (x). Bentuk umum persamaan regresi linier sederhana adalah:

$$y = a + bx$$

Dimana:

y = variabel tak bebas

a = intersep (titik potong kurva terhadap sumbu y)

b = kemiringan (*slope*) kurva linear x = variabel bebas

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan 2 (dua) cara yaitu :

1. Pengumpulan data langsung (primer)

Pengumpulan data langsung dilakukan dengan cara wawancara kepada pihak pelabuhan mengenai bagaimana kondisi di lapangan mengenai kedatangan kapal, kinerja pelabuhan, serta proses bongkar muat kapal curah dan general cargo.

2. Pengumpulan data secara tidak langsung (sekunder)

Pengumpulan data ini dengan mengambil data dari berbagai literatur seperti buku, internet, majalah dan lain-lain. Data-data tersebut diantaranya adalah waktu kedatangan dan keberangkatan kapal, data arus barang (barang yang dibongkar dan dimuat) dalam periode waktu tertentu.

3.2 Pemodelan Persamaan Demurrage

Pemodelan persamaan demurrage dihitung dengan menghitung *laytime* terlebih dahulu karena menentukan lama kapal dapat melakukan bongkar muat tanpa tambahan biaya. Karena penyebab terjadinya *demurrage* adalah kongesti, maka sebelumnya harus menentukan komponen-komponen apa saja yang dapat mempengaruhi terjadinya kongesti. Untuk mengetahui komponen-komponen tersebut sebaiknya mengetahui alur dan proses kegiatan kapal di pelabuhan.

Pada proses muat atau bongkar suatu kapal sangat dipengaruhi oleh jenis dan karakteristik kapal, dermaga, dan alat bongkar-muat. Kapal memiliki karakteristik yang berbeda dari segi ukurannya, ukuran kapal biasanya disebutkan dalam bentuk dimensinya dan kapasitas yang dapat dimuat. Ukuran dimensi kapal, panjang dan sarat kapal berpengaruh pada penggunaan dermaga, sedangkan DWT kapal berpengaruh pada lama waktu kegiatan bongkar maupun muat karena menentukan jumlah alat yang dibutuhkan.

Selain kapal, dermaga juga memiliki spesifikasi sendiri dari segi panjang, kedalaman, dan alat bongkar-muat yang biasanya dipasang tetap di dermaga. Alat

bongkar-muat disesuaikan jenis muatan dan memiliki kecepatan tertentu yang mempengaruhi lama bongkar-muat kapal. Berdasarkan kondisi tersebut, maka dapat diidentifikasi variabel-variabel yang berpengaruh.

6. Variabel input terdiri dari:

- ❖ Waktu masing-masing kedatangan kapal ke pelabuhan
- ❖ Jumlah kedatangan kapal
- ❖ Interval waktu kedatangan antar kapal
- ❖ Ukuran kapal
- ❖ Jumlah muatan

7. Variabel Output terdiri dari:

- ❖ Waktu tunggu kapal untuk bisa sandar
- ❖ Durasi demurrage

Parameter lain yang digunakan dalam model persamaan demurrage adalah:

- Kinerja bongkar muat pelabuhan
- Ukuran kapal
- Panjang dermaga (berhubungan dengan kemampuan dermaga terkait dengan maksimal jumlah kapal kapal yang bisa dilayani dalam satu waktu)

3.3 Proses Pengerjaan

Prosedur pengolahan data dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini dilakukan dengan beberapa tahapan pengerjaan, yaitu:

a. Identifikasi Kedatangan Kapal

Waktu kedatangan kapal sangat dibutuhkan untuk menentukan agar kapal dapat mengajukan NOR, selain itu untuk mengetahui interval kedatangan kapal berikutnya.

b. Mengidentifikasi waktu yang digunakan untuk aktivitas bongkar muat

Waktu yang dihabiskan kapal di pelabuhan menjadi hal yang penting untuk mengetahui potensi adanya kongesti dan demurrage.

c. Identifikasi Komponen Penentu Kongesti

Tahap ini mengidentifikasi komponen-komponen yang menyebabkan *demurrage* dan berhubungan dengan kongesti, dalam hal ini salah satu komponen yang ingin diketahui adalah pengaruh dari ukuran kapal dan waktu tunggu.

d. Perumusan Persamaan *Demurrage*

Pada tahap ini dilakukan perhitungan sesuai dengan komponen yang berhubungan, lalu dirumuskan persamaan untuk mengetahui potensi besarnya *demurrage* di dermaga akibat waktu tunggu.

e. Analisa dan Pembahasan

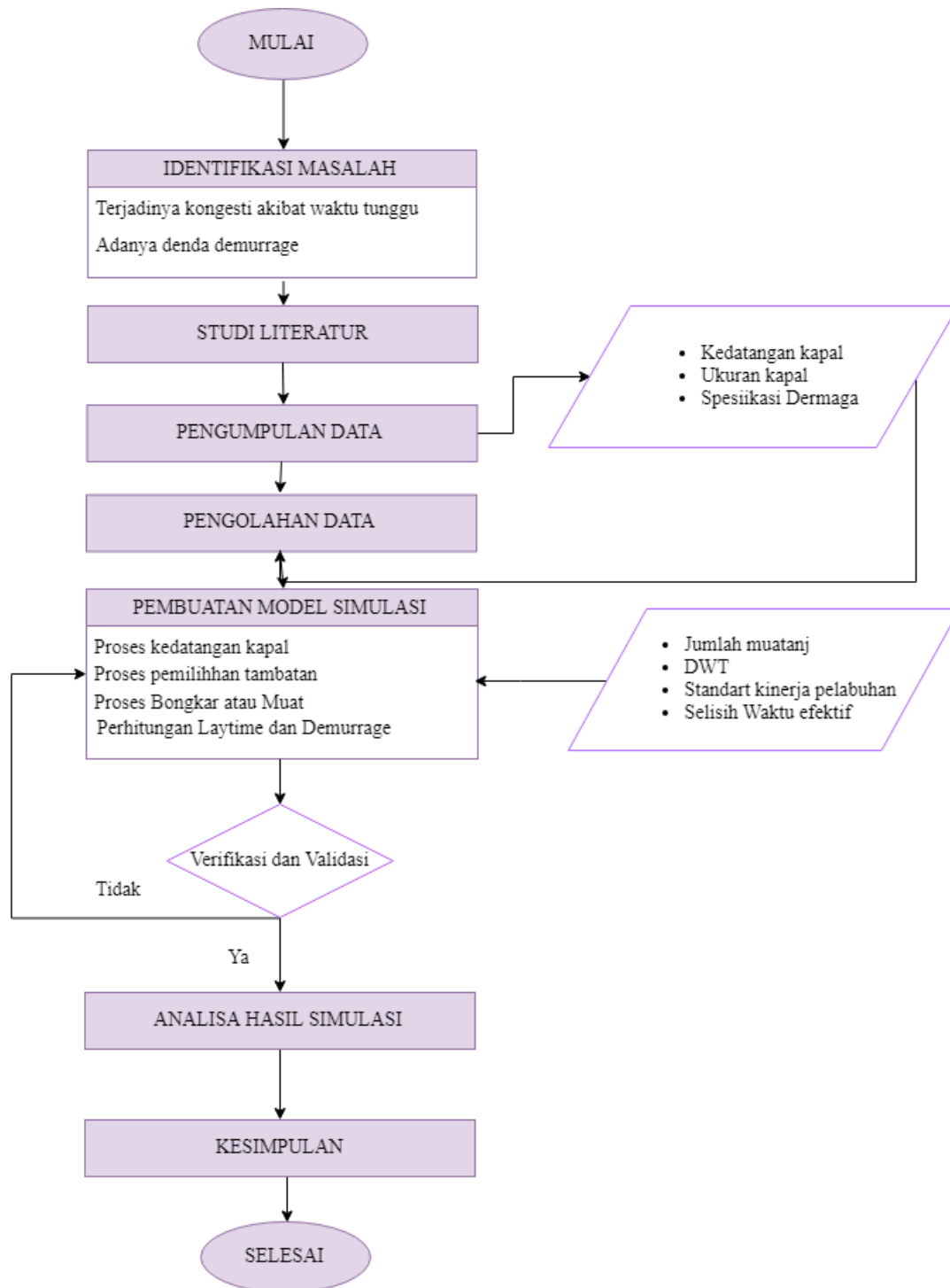
Setelah persamaan ditentukan maka dilakukan analisis apakah ada pengaruh yang terjadi antara kongesti dengan *demurrage* serta hubungan ukuran kapal terhadap *demurrage*.

3.4 Lokasi Pengerjaan

Lokasi pengerjaan Tugas Akhir ini adalah di Terminal Jamrud – Pelabuhan Tanjung Perak yang melayani kapal bermuatan curah dan barang khususnya pada kade tambatan Jamrud Selatan, Jamrud Barat, dan Jamrud Utara.

3.5 Bagan Alir

Berikut merupakan diagram alir penelitian yang menunjukkan langkah-langkah dalam mengerjakan Tugas Akhir ini. Hal pertama yang dilakukan adalah mengidentifikasi permasalahan terjadinya *demurrage*, lalu mengidentifikasi hubungan kongesti dengan *demurrage*, dan mengidentifikasi kondisi eksisting Terminal Jamrud dari segi kunjungan kapal, arus muatan, dan dermaga di terminal itu sendiri.



Gambar 3.5.1. Diagram Alir Pengerjaan

BAB 4 GAMBARAN UMUM OBJEK DAN MODEL SIMULASI

4.1 Pelabuhan Tnajung Perak

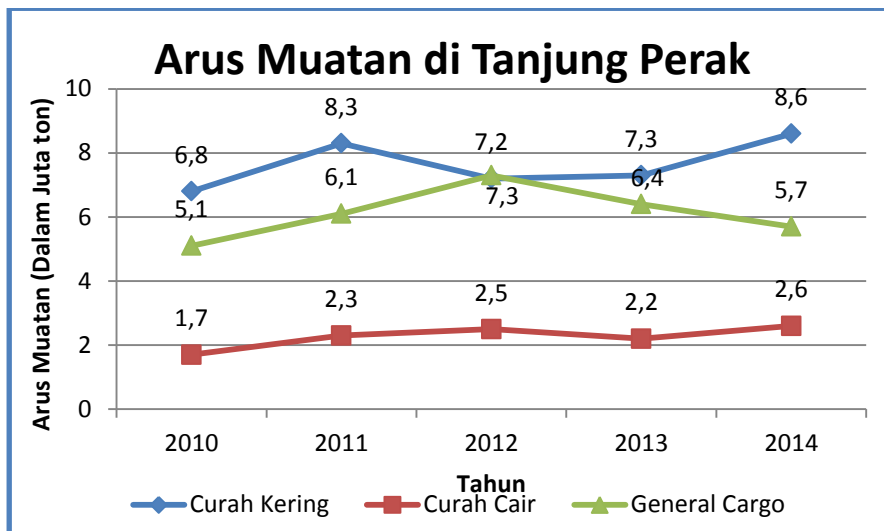
Pelabuhan Tanjung Perak sebagai salah satu pintu gerbang Indonesia karena menjadi pusat kolektor dan distributor barang ke Kawasan Timur Indonesia, khususnya untuk Propinsi Jawa Timur. Pelabuhan Tanjung Perak terletak pada posisi 112° 43' 22" dan 7° 11' 45" LS, tepatnya di Selat Madura sebelah Utara kota Surabaya yang meliputi perairan selus 1.574,3 Ha dan daerah daratan seluas 574,7 ha. Didukung letaknya yang strategis dan daerah hinterland Jawa Timur menjadikan Pelabuhan Tanjung Perak sebagai pusat pelayaran domestic. Pelabuhan Tanjung Perak memiliki 6 Terminal, yakni:

1. Terminal Jamrud
2. Terminal Mirah
3. Terminal Berlian
4. Terminal Nilam
5. Terminal Kalimas
6. Terminal Teluk Lamong

Berdasarkan Rencana Induk Pelabuhan Tanjung Perak 2011, akan dilakukannya rekonfigurasi pada penataan terminal-terminal di Pelabuhan Tanjung Perak menjadi segmentasi kargo, melengkapi terminal dengan jaminan produktivitas melalui penyediaan dan penambahan alat-alat bongkar muat dan membangun sistem operasional setiap terminal berdasarkan jenis kargo serta menjamin kepastian sandar dan bongkar muat. Segmentasi ini diterapkan sejak tahun 2013 yang dilakukan di semua terminal yang ada di Tanjung Perak, dengan adanya segmentasi ini tentunya terdapat perubahan fungsi dermaga yang akan mempengaruhi kinerja dermaga itu sendiri.

Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini yang akan lebih fokus pada terminal atau dermaga yang khusus menangani muatan curah dan *General Cargo*. Berikut adalah data Arus muatan di Tanjung Perak selama lima tahun dari tahun 2010 hingga tahun

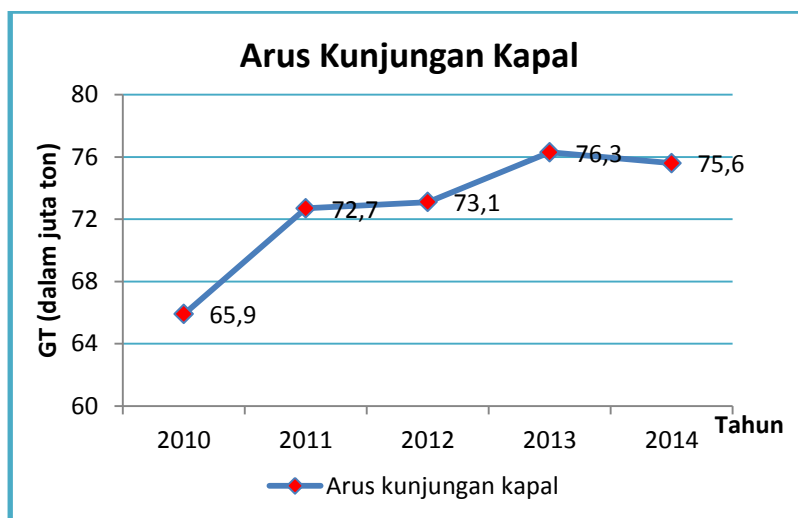
2014. Arus muatan yang paling banyak adalah jenis muatan curah kering, disusul oleh muatan *general cargo* dan terakhir jenis muatan curah cair.



Sumber: PELINDO III, diolah kembali

Gambar 4.1.1. Arus muatan Tanjung Perak Tahun 2010-2014

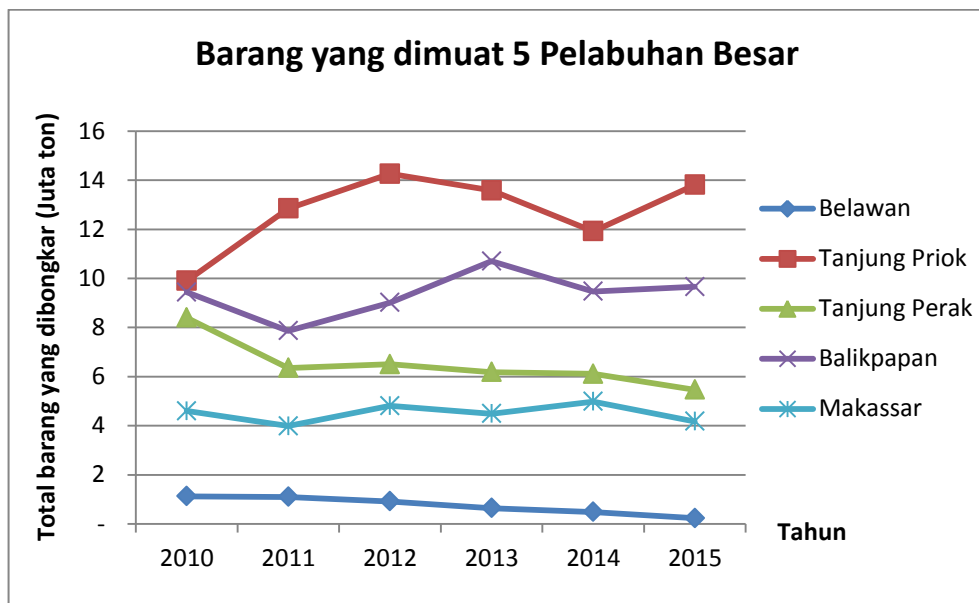
Arus untuk masing-masing jenis muatan di Tanjung Perak pada tahun 2010 sampai 2014 ditunjukkan pada tabel. Jenis muatan yang paling banyak dilayani adalah curah kering dengan rata-rata 7,64 juta ton per tahun. Selanjutnya disusul oleh jenis muatan *general cargo* dengan rata-rata per tahun sebesar 6,12 juta ton, muatan *general cargo* mengalami puncak arus pada tahun 2012 dengan muatan sebanyak 7,3 juta ton. Posisi terakhir adalah jenis muatan curah cair, rata-rata per tahun yang dilayani sebesar 2,26 juta ton.



Sumber: PELINDO III, diolah kembali

Gambar 4.1.2. Arus kunjungan kapal Tanjung Perak

Pada tabel ditunjukkan arus kunjungan kapal berdasarkan GT (*Gross tonnage*) tahun 2010 hingga 2014. Arus kunjungan kapal mengalami peningkatan pesat pada tahun 2011, kenaikan dibandingkan tahun sebelumnya sebesar 6,8 juta ton, untuk tahun-tahun berikutnya kenaikan tidak begitu signifikan. Rata-rata kenaikan arus kunjungan kapal per tahun adalah sebesar 72,72 juta ton dan rata-rata pertumbuhannya sebesar 1,36 jutaan ton per tahun.



Sumber: PELINDO III, diolah kembali

Gambar 4.1.3. Barang yang dimuat 5 pelabuhan besar

4.2 Terminal Jamrud

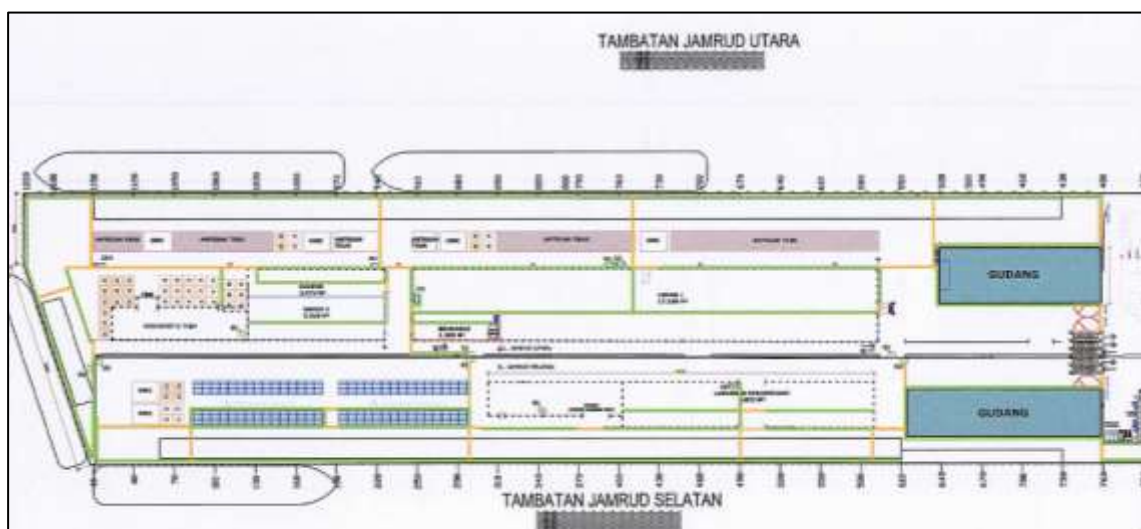
Terminal Jamrud terdiri atas 3 (tiga) dermaga, yaitu Jamrud Utara, Jamrud Selatan, dan Jamrud Barat. Jamrud Utara digunakan untuk melayani jenis muatan Curah Kering dan *General cargo* khusus Pelayaran Internasional, Jamrud Selatan melayani jenis muatan *general cargo* pelayaran domestik, dan Jamrud Barat digunakan untuk melayani pelayaran domestik dengan jenis muatan curah kering. Berikut data fasilitas dari Terminal Jamrud:

Tabel 4.1.1. Fasilitas di dermaga Jamrud

Uraian	Jamrud Utara	Jamrud Selatan	Jamrud Barat
Draft	9 mLWS	8,5 mLWS	6 mLWS
Panjang	800m	780m	200m

Uraian	Jamrud Utara	Jamrud Selatan	Jamrud Barat
Lebar apron	15m	15m	15m
Luas Gudang	9.589 m ²	24.783 m ²	
Jumlah gudang	2	3	
Luas lapangan penumpukan	23.797 m ²	56.271 m ²	
Pelayaran yang dilayani	Penumpang, Domestik (<i>General cargo</i> dan Curah Kering)	Domestik (<i>General cargo</i>)	Internasional (curah kering, <i>general cargo</i>)

Tambatan Jamrud Utara dibagi menjadi 3 bagian yaitu, kade 0-400 digunakan untuk kapal penumpang, kade 400-800 digunakan untuk muatan general cargo khusus pelayaran internasional atau luar negeri, sedangkan yang terakhir adalah kade 800-1200 digunakan untuk semua muatan (curah maupun barang umum) yang membutuhkan alat bongkar atau muat HMC (*Harbour Mobile Crane*). Pada Gambar 4.1.4 tambatan Jamrud Utara ditunjukkan pada bagian atas. Tambatan Jamrud Selatan dibagi menjadi 2 bagian, yaitu tambatan untuk peti kemas dan tambatan yang melayani muatan curah dan barang umum khusus pelayaran domestik, tambatan Jamrud Selatan ditunjukkan pada bagian bawah. Tambatan Jamrud Barat dengan panjang 210 meter digunakan untuk melayani semua jenis muatan khusus pelayaran luar negeri.



Gambar 4.1.4. Layout Terminal Jamrud Tampak Atas

Dalam pengelompokan peralatan di atas dibedakan menjadi 3 kelompok, yaitu Alat Angkat, alat angkut, dan alat bantu. Alat angkat adalah alat yang difungsikan untuk memindahkan muatan tidak dengan jarak yang jauh, misalnya dari kapal ke darat, atau dari darat ke dalam truk. Sedangkan untuk alat angkut adalah peralatan yang digunakan untuk memindahkan muatan dengan jarak yang jauh, dan memiliki kecepatan, seperti truk memindahkan muatan dari terminal ke gudang, dan sebaliknya. Alat bantu adalah alat yang digunakan untuk menunjang kegiatan bongkar muat, dan tidak memiliki kecepatan, namun juga sangat penting ketersediaannya. Pelabuhan Tanjung Perak merupakan salah satu pelabuhan di Indonesia yang memiliki alur pelayaran (*channel*) yang langsung berhadapan dengan laut lepas. Dalam layout pelabuhan, dapat dilihat bahwa terdapat breakwater sebagai batas alur masuk ke pelabuhan yang merupakan perairan wajib pandu. Gambar berikut ini merupakan tata letak pelabuhan Tanjung Perak.

4.2.1 Standar Kinerja Bongkar Muat Terminal Jamrud

Setiap pelabuhan memiliki standar kinerja Bongkar Muat yang disesuaikan dengan jenis muatan tertentu, begitupula di Terminal Jamrud. Kinerja tersebut nantinya juga diperlukan dalam perhitungan laytime dan akan menentukan besaran nilai demurrage. Tabel 4.1.2 menunjukkan standar kinerja yang dimiliki Terminal Jamrud untuk masing-masing jenis muatan dengan satuan Ton/Gang/Jam.

Tabel 4.1.2 Standar Kinerja Bongkar Muat Terminal Jamrud

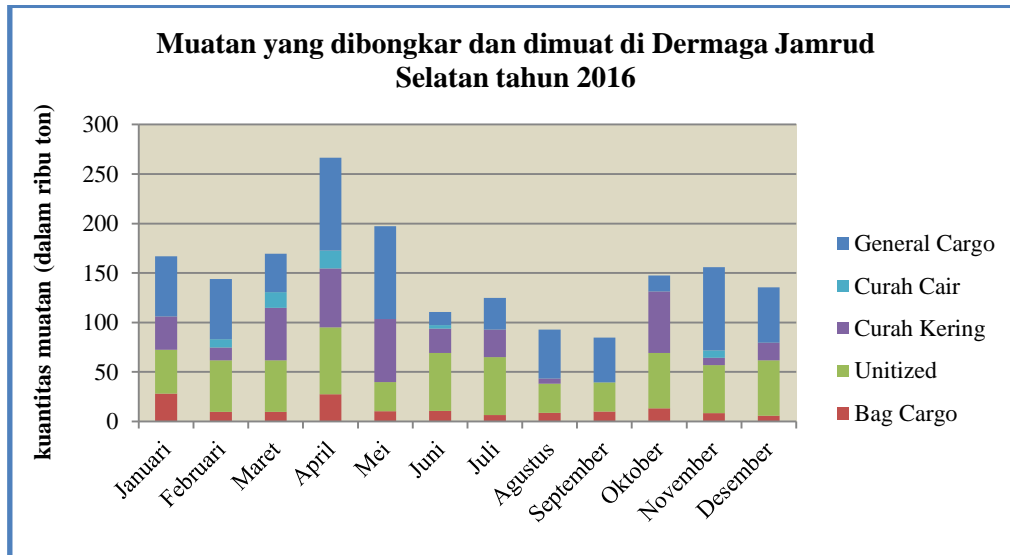
JENIS MUATAN	STANDAR B/M (T/G/J)
General Cargo	35
Bag Cargo	40
Uitized	50
Curah Cair	125
Curah Kering	100

4.3 Realisasi Arus Muatan

4.3.1 Dermaga Jamrud Selatan

Data arus muatan yang dibongkar dan dimuat di Jamrud Selatan diperoleh dari tahun 2016 dan 1 bulan (Januari) di tahun 2017. Selama setahun muatan yang dibongkar dan dimuat di Jamrud selatan ditunjukkan pada Gambar 4.3.2. Pada

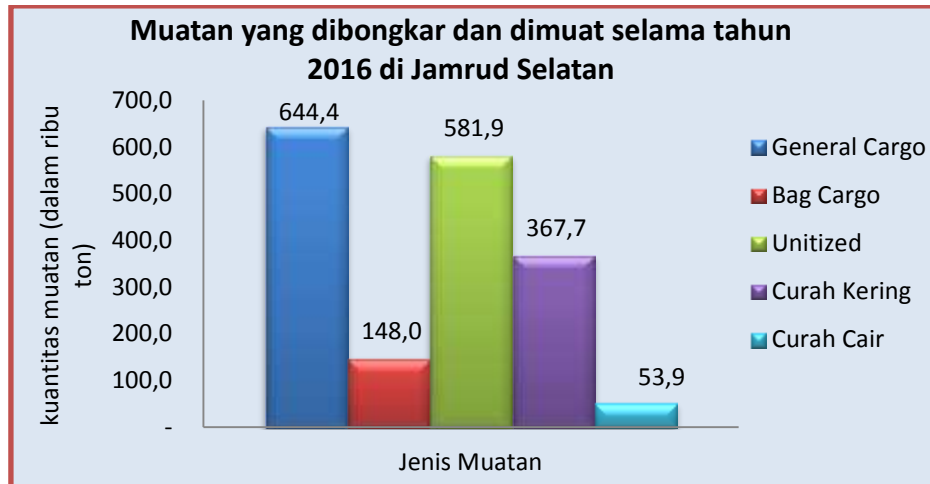
gambar tersebut menunjukkan data arus tiap bulan, pada bulan April arus mengalami puncaknya dengan total seluruh muatan yang dibongkar dan dimuat sebesar 266.616 ton, sebaliknya arus lebih sedikit terjadi pada bulan September dengan kuantitas sebesar 84,8 ribu ton.



Sumber: PT. PELINDO III Cabang Tanjung Perak (diolah kembali)

Gambar 4.3.1 Arus Muatan per bulan di Jamrud Selatan

Arus muatan total di dermaga Jamrud Selatan pada tahun 2016 berdasarkan jenis masing-masing muatan ditunjukkan pada Gambar 4.3.2, pada gambar tersebut menunjukkan bahwa muatan yang sering dibongkar atau dimuat adalah jenis *General Cargo* yang tercatat sebesar 644,5 ribu ton, disusul muatan dalam bentuk *unitized* dengan kuantitas 581,9 ribu ton lalu selanjutnya adalah muatan curah kering sebesar 367,7 ribu ton, muatan *bag cargo* tercatat sebesar 148 ribu ton dan yang terakhir adalah muatan curah cair sebesar 53,9 ribu ton. Muatan curah cair menempati nilai terendah, sebagian besar muatan curah cair dilayani di Terminal Mirah.

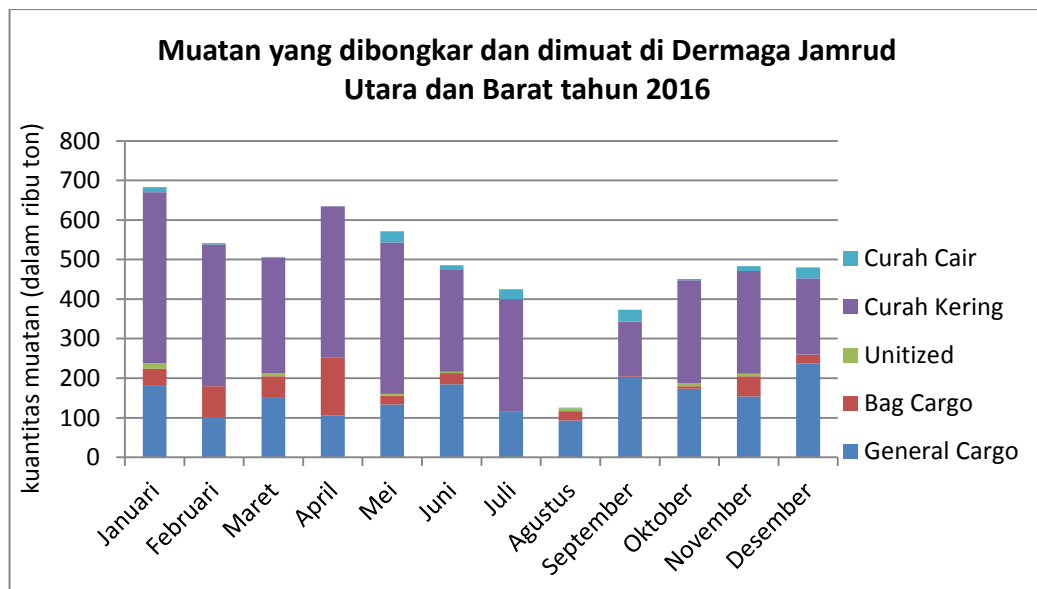


Sumber: PT. PELINDO III Cabang Tanjung Perak (diolah kembali)

Gambar 4.3.2 Arus muatan di dermaga Jamrud Selatan pada tahun 2016

4.3.2 Dermaga Jamrud Utara dan Dermaga Jamrud Barat

Arus muatan dermaga Jamrud Utara dan Jamrud Barat dalam laporan ini dijadikan satu karena data yang diperoleh dari sumber tidak menunjukkan laporan masing-masing dermaga. Pada tahun 2016 total arus muatan terbesar terdapat pada bulan Januari dan yang paling rendah berada pada bulan Agustus. Untuk jenis muatan yang paling banyak adalah curah kering, disusul oleh General Cargo, dan yang paling sedikit adalah unitized.



Sumber: PT. PELINDO III Cabang Tanjung Perak (diolah kembali)

Gambar 4.3.3 Arus muatan dermaga Jamrud Utara dan Barat tahun 2016

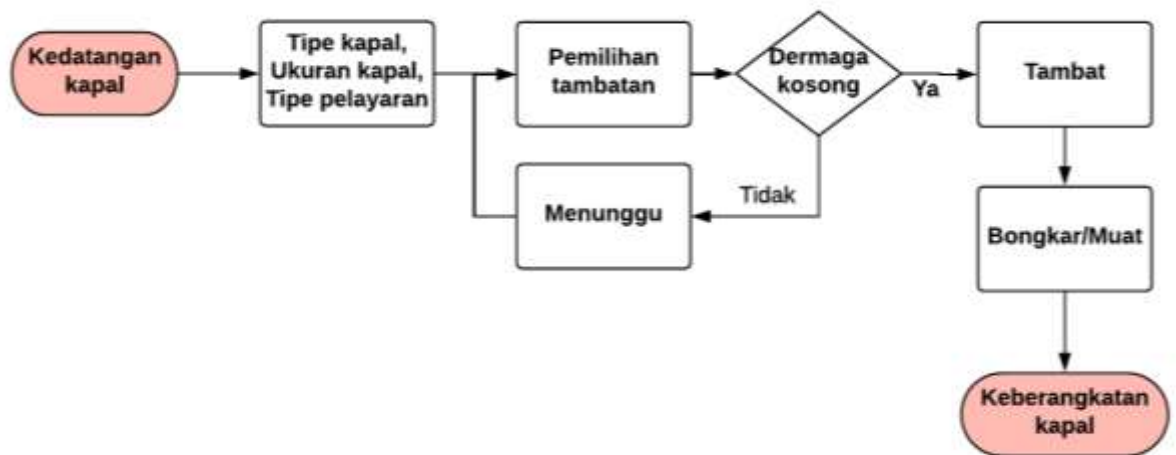
4.4 Pembuatan Model Simulasi

4.4.1 Model Konseptual Pelayanan Kapal

Dalam mengembangkan sebuah model, terlebih dahulu harus mengetahui proses bisnis dan unsur (komponen) dari sebuah kegiatan/proses. Proses bisnis terdiri dari subproses dan beberapa unsur yang saling berinteraksi. Beberapa unsur tersebut diantaranya seperti berikut :

- Elemen/entitas yang merupakan bagian pembentuk dari suatu sistem. Elemen yang dimaksud pada penelitian ini adalah kapal dan muatan
- *Resource* yaitu alat yang dibutuhkan untuk menjalankan proses. *Resource* yang dimaksud pada penelitian ini adalah kapal pandu/tunda sebagai kapal yang melakukan proses pemanduan dan penundaan, serta alat bongkar muat pada dermaga.

Model konseptual kapal untuk mendapatkan dermaga dibuat untuk memudahkan alur logika yang nantinya akan dilanjutkan ke model simulasi. Alur dimulai kedatangan kapal lalu menuju dermaga dimana sebelumnya harus diketahui tipe kapal dan panjangnya apakah nanti bisa menuju ke dermaga atau tidak. Jika dermaga sedang kosong atau masih ada tempat yang bisa ditempati maka kapal bisa diarahkan ke dermaga, sebaliknya jika dermaga sedang penuh maka kapal harus menunggu di kolam tunggu sampai dermaga yang dituju bisa menerima. Setelah kapal sampai di dermaga tahap selanjutnya adalah kegiatan bongkar atau muat, jika sudah selesai maka kapal dapat meninggalkan dermaga.



Gambar 4.4.1 Model konseptual pelayanan kapal

2.13.2 4.4.2 Input Model Simulasi

Sebelum membuat model simulasi, terlebih dahulu perlu diketahui input yang akan digunakan dalam model simulasi tersebut, sehingga model simulasi dapat menggambarkan kondisi nyata aktivitas di dermaga.

4.4.3 Data Input Simulasi

Data input simulasi adalah data yang akan digunakan dalam proses pembuatan model simulasi, data ini didapatkan dari hasil kunjungan ke objek penelitian ataupun dari pihak ketiga. Data yang dimaksud dapat berupa data primer maupun sekunder, antara lain:

- Jenis Kapal
- Waktu antar kedatangan kapal
- Ukuran kapal
- Jenis muatan
- Jumlah muatan bongkar
- Jumlah muatan muat
- Tipe pelayaran
- Kecepatan bongkar muat

Untuk mengolah input agar sesuai dengan kondisi nyata atau paling tidak menyerupai maka dibutuhkan *tool* yang ada pada Arena yaitu *input analyzer*. *Input analyzer* akan menunjukkan gambaran pola distribusi yang akan dipakai sebagai

input pada *software* Arena. Di sini diasumsikan bahwa distribusi yang memiliki *square error* terendah adalah yang terbaik dan akan digunakan sebagai input pada model simulasi.

4.4.4 Entitas

Inputan entitas berawal dari waktu interval kedatangan kapal di Terminal Jamrud. Entitas tersebut datang dengan disertai beberapa atribut, antara lain : ukuran kapal, jumlah muatan yang akan dibongkar atau dimuat. Selain itu juga terdapat beberapa input guna mempermudah pembuatan model pada *software* Arena. Pembuatan Model Simulasi.

Pembuatan model simulasi dimodelkan dengan tahapan-tahapan sesuai kondisi sistem nyata, baik entitas, maupun tahapan-tahapan prosesnya seperti dari awal kedatangan hingga kapal meninggalkan pelabuhan, proses pemilihan dermaga, dan proses bongkar muat.

4.4.5 Kedatangan Kapal dan Pemberian Atribut

Pada tahap awal yaitu kedatangan kapal pemberian identitas dan dikelompokkan atributnya disesuaikan dengan dermaga yang dituju. Kedatangan awal kapal menggunakan distribusi eksponensial dari interval antar kedatangan kapal. Tahap kedatangan kapal dalam *software* Arena dimodelkan dengan menambah modul *create* yang ada di *Project Bar Basic Process*, untuk menambahkan kriteria di klik dua kali maka akan muncul jendela dengan kolom input seperti nama komponen, tipe entitas, waktu interval kedatangan, entitas per kedatangan, dan batas kedatangan.

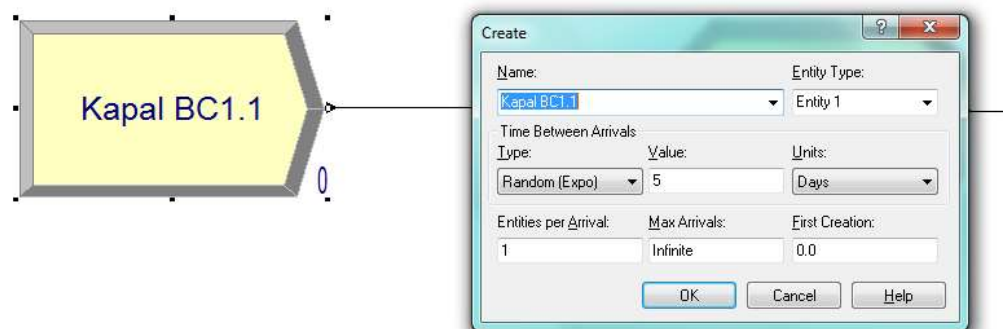
Tabel 4.4.1 Waktu antar kedatangan Kapal GC

KLUSTER	WAKTU ANTAR KEDATANGAN KAPAL (JAM)	
	DOMESTIK	INTERNASIONAL
1	23	107
2	1305	84
3	0	319
4	0	117

Tabel 4.4.2 Waktu antar kedatangan kapal BC

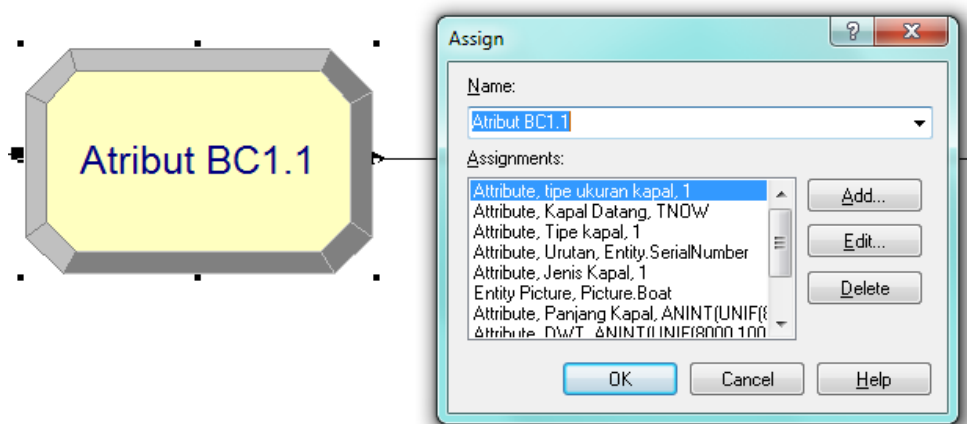
KLUSTER	WAKTU ANTAR KEDATANGAN KAPAL (JAM)	
	DOMESTIK	INTERNASIONAL
1	299	192
2	337	186
3	0	282
4	523	91

Pada gambar dibawah merupakan salah satu kedatangan kapal entitas yang dibuat dengan tipe kedatangan eksponensial, angka 5 pada kolom nilai dan satuan hari menunjukkan bahwa interval kedatangan antar kapal adalah 5 hari. Angka 1 pada kolom *Entitas per Arrival* menunjukkan hanya ada satu entitas pada tiap kedatangan kapal, sedangkan kolom *Max Arrivals* diisikan *infinite* yang artinya tidak ada batasan.



Gambar 4.4.2 Entitas dan nilai interval kedatangan antar Entitas

Setelah membuat tahapan awal kedatangan kapal, tidak lupa dibuat atributnya agar model bisa dijalankan. Untuk menambahkan atribut dibuat modul *Assign* lalu dimasukkan atribut-atribut yang diinginkan, ada beberapa atribut utama yang diperlukan dalam proses sistem dan ada yang ditambahkan hanya untuk bantuan merekam atribut itu sendiri. Berikut adalah gambar inputan atribut yang diperlukan untuk sebuah entitas:



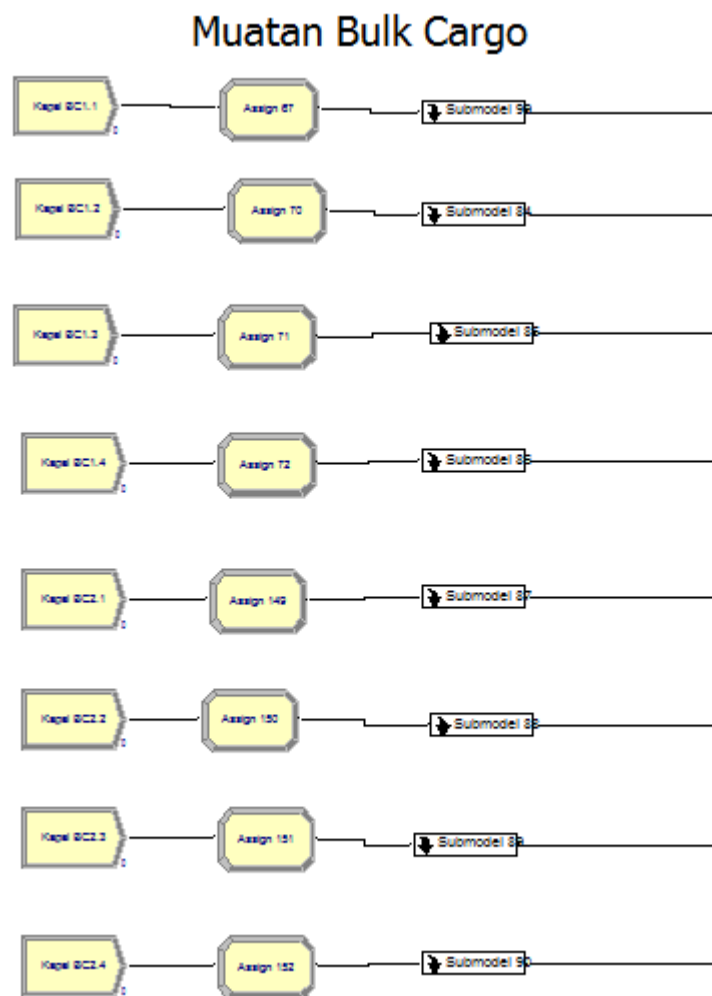
Gambar 4.4.3 Atribut-atribut entitas yang ditulis di Assign

Pada model ini Atribut utama dibutuhkan adalah sebagai berikut:

- Tipe kapal: tipe kapal dalam model ini ada 2 yaitu, *Bulk carrier* dan *General cargo*
- Jenis pelayaran: jenis pelayaran juga ada 2 yaitu, pelayaran domestik dan pelayaran internasional, diperlukan untuk pemilihan dermaga karena dermaga sudah disesuaikan peruntukannya dengan tipe kapal dan jenis pelayaran tertentu
- Panjang kapal, diasumsikan dengan angka acak antara dengan batasan angka terendah dan angka tertinggi yang diperoleh dari data sebenarnya yang disesuaikan dengan pengelompokkan kapal berdasarkan DWT-nya
- Jenis muatan, dibutuhkan dalam proses bongkar muat, karena beda jenis muatan berbeda pula kecepatan bongkar muat yang bisa dilayani. Pada kapal *Bulk Carrier* dibagi menjadi dua jenis muatan yaitu Curah kering dan curah cair, sedangkan kapal *General Cargo* dibagi menjadi tiga jenis muatan yaitu GC, Unitized, dan *Bag cargo*
- DWT, dibutuhkan untuk pengelompokkan kapal berdasarkan tonasenya. Nilai diperoleh dengan angka acak yang diberi batasan tertentu sesuai dengan pengelompokkan. DWT berpengaruh pada kebutuhan jumlah alat bongkar muat dan menentukan nilai *payload*.
- *Payload*, dibutuhkan dalam proses bongkar muat karena *payload* adalah muatan yang dipindahkan, *payload* akan mempengaruhi lama waktu proses

bongkar muat dan menentukan besarnya nilai *laytime* masing-masing kapal. Besar *payload* diperoleh dengan membangkitkan angka acak 30%-80% dari DWT.

Entitas-entitas yang dibuat dikelompokkan berdasarkan DWT dan jenis muatan, dalam hal ini perlu adanya klasterisasi sebagai batasan masing-masing entitas.



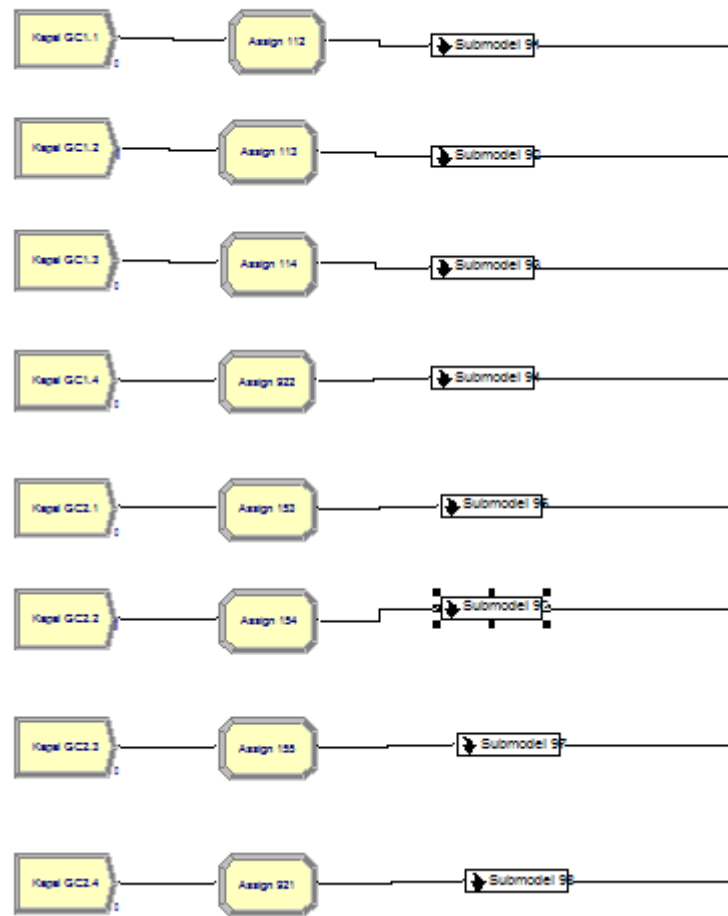
Gambar 4.4.4 Kedatangan entitas Kapal dengan Muatan Bulk

Gambar 4.4.2 merupakan entitas-entitas pada model yang dikelompokkan berdasarkan besarnya DWT sebagai berikut:

- Kapal BC 1.1 Kapal Bulk Carrier dengan memiliki DWT dibawah 10.000 ton dan jenis pelayarannya domestik

- Kapal BC 1.2 Kapal Bulk Carrier dengan memiliki DWT antara 10.001-30.000 ton dan jenis pelayarannya domestik
- Kapal BC 1.3 Kapal Bulk Carrier dengan memiliki DWT antara 30.001-40.000 ton dan jenis pelayarannya domestik
- Kapal BC 1.4 Kapal Bulk Carrier dengan memiliki DWT diatas 40.000 ton dan jenis pelayarannya domestik
- Kapal BC 2.1 Kapal Bulk Carrier dengan memiliki DWT dibawah 10.000 ton dan jenis pelayarannya internasional
- Kapal BC 2.2 Kapal Bulk Carrier dengan memiliki DWT dibawah 10.001-30.000 ton dan jenis pelayarannya internasional
- Kapal BC 2.3 Kapal Bulk Carrier dengan memiliki DWT dibawah 30.001-40.000 ton dan jenis pelayarannya internasional
- Kapal BC 2.4 Kapal Bulk Carrier dengan memiliki DWT dibawah 40.000 ton dan jenis pelayarannya internasional

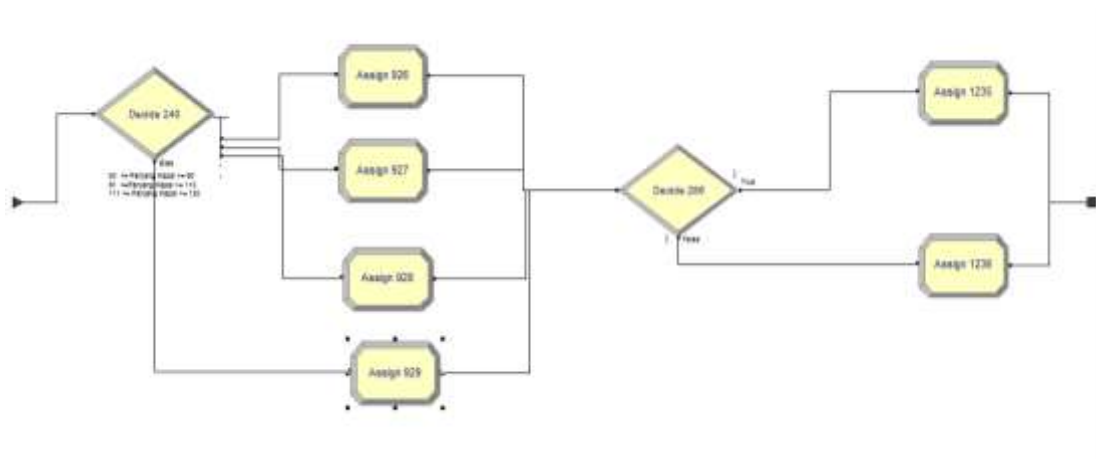
Muatan General Cargo



Gambar 4.4.5 Modul entitas untuk kapal bermuatan General Cargo

- Kapal GC 1.1 Kapal Bulk Carrier dengan memiliki DWT dibawah 10.000 ton dan jenis pelayarannya domestik
- Kapal GC 1.2 Kapal Bulk Carrier dengan memiliki DWT antara 10.001-20.000 ton dan jenis pelayarannya domestik
- Kapal GC 1.3 Kapal Bulk Carrier dengan memiliki DWT antara 20.001-40.000 ton dan jenis pelayarannya domestik
- Kapal GC 1.4 Kapal Bulk Carrier dengan memiliki DWT antara 40.000-45.000 ton dan jenis pelayarannya domestik
- Kapal GC 2.1 Kapal Bulk Carrier dengan memiliki DWT dibawah 10.000 ton dan jenis pelayarannya internasional

- Kapal GC 2.2 Kapal Bulk Carrier dengan memiliki DWT antara 10.001-20.000 ton dan jenis pelayarannya internasional
- Kapal GC 2.3 Kapal Bulk Carrier dengan memiliki DWT antara 20.001-40.000 ton dan jenis pelayarannya internasional
- Kapal GC 2.4 Kapal Bulk Carrier dengan memiliki DWT antara 40.000-45.000 ton dan jenis pelayarannya internasional



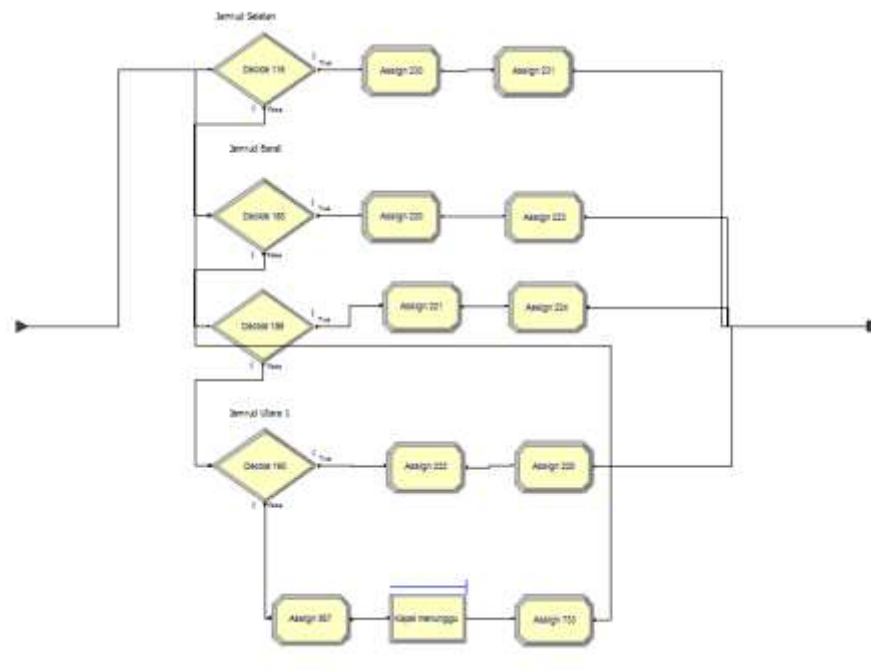
Gambar 4.4.6 Assign untuk mengatur ukuran kapal

Agar ukuran kapal yang dihasilkan tidak terlalu acak, maka perlu diatur untuk hubungan panjang kapal dengan DWT. Dalam hal ini dibutuhkan perintah baru untuk menghubungkan ukuran kapal dengan menambahkan *expression* pada modul Assign.

4.4.6 Pemilihan Dermaga Tambat Kapal

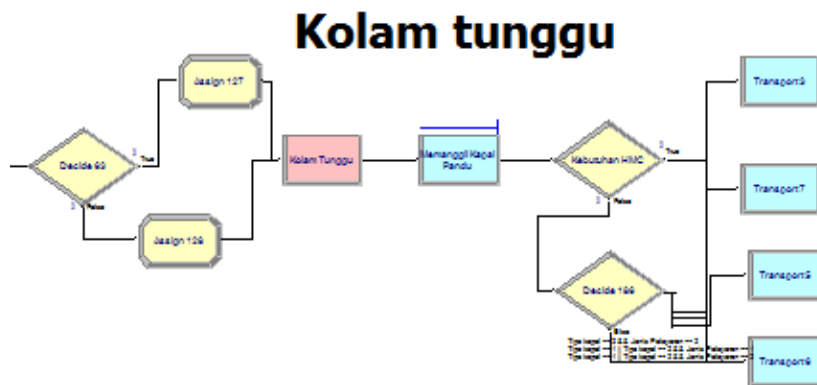
Entitas (dalam hal ini adalah kapal) sebelum tambat perlu diketahui atribut-atributnya agar bisa dialokasikan ke tambatan yang sesuai. Pada gambar dibawah menunjukkan model pemilihan tambatan berdasarkan tipe kapal dan jenis pelayarannya. Kapal dengan jenis *General cargo* dan pelayaran internasional diarahkan ke Dermaga Jamrud Utara1, Kapal jenis Bulk carrier dan *General cargo* dengan jenis pelayaran domestik diarahkan ke Dermaga Jamrud Selatan, Kapal jenis *Bulk carrier* dan *General Cargo* dengan jenis pelayaran internasional diarahkan ke Dermaga Jamrud Barat, dan untuk kapal yang membutuhkan alat bongkar muat HMC diarahkan ke Dermaga Jamrud Utara2 baik jenis kapal yang datang adalah *General cargo* maupun *Bulk Carrier*.

Pada umumnya, kapal bisa atau tidaknya dilayani di dermaga juga ditentukan dari seberapa sibuk dermaga. Jika dermaga kosong maka kapal bisa langsung diarahkan untuk tambat, sebaliknya jika terdapat kapal yang menempati dermaga dan tidak ada tempat untuk tambat maka kapal akan menunggu terlebih dahulu di kolam tunggu, setelah kapal keluar maka kapal yang tadinya menunggu bisa diarahkan ke dermaga yang kosong dengan syarat panjang kapal lebih kecil dari panjang dermaga sehingga mampu untuk dilayani.



Gambar 4.4.7 Proses Pemilihan Tambatan

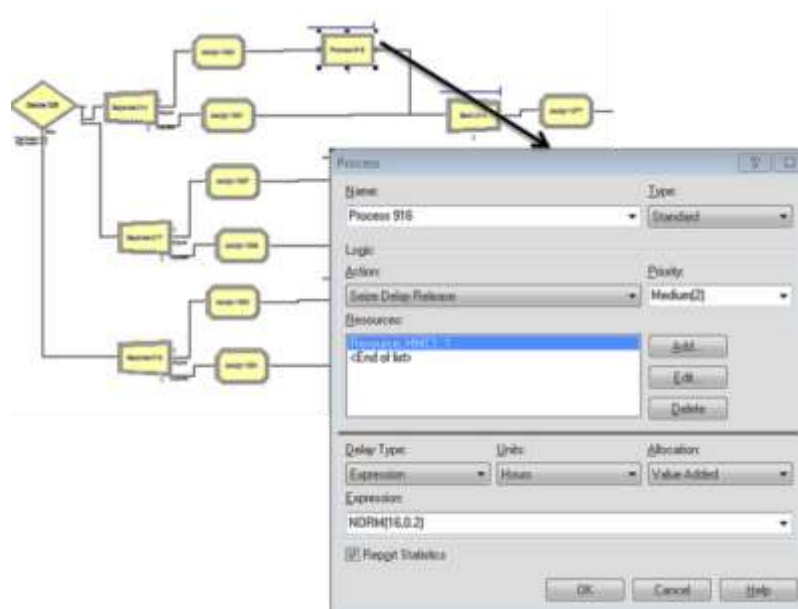
Setelah pemilihan tambatan dilakukan selanjutnya adalah bagaimana kapal bisa sampai ke dermaga, kapal yang akan memasuki pelabuhan memerlukan kapal pandu dan kapal tunda untuk bertambat ke dermaga. Pada pemodelan ini lebih menekankan kebutuhan kapal pandu saja sehingga untuk kapal tunda diabaikan karena waktunya diasumsikan jadi satu dengan proses pandu dan tidak banyak berpengaruh dalam pemodelan dan sistem.



Gambar 4.4.8 Kolam labuh

4.4.7 Proses Bongkar Muat

Setelah melewati pemilihan dermaga untuk bertambat, selanjutnya adalah kegiatan bongkar atau muat. Pada aktivitas ini disesuaikan kapal yang masuk dibawa ke dermaga yang menjadi tujuannya sesuai dengan muatan yang diangkut. Disini dermaga yang digunakan adalah Dermaga Jamrud Selatan, Dermaga Jamrud Barat, dan Dermaga Jamrud Utara. Terdapat submodel dalam tahap ini, yaitu pada pemilihan jumlah alat bongkar muat dan jenis muatan.



Gambar 4.4.9 Proses Bongkar Muat pada Model

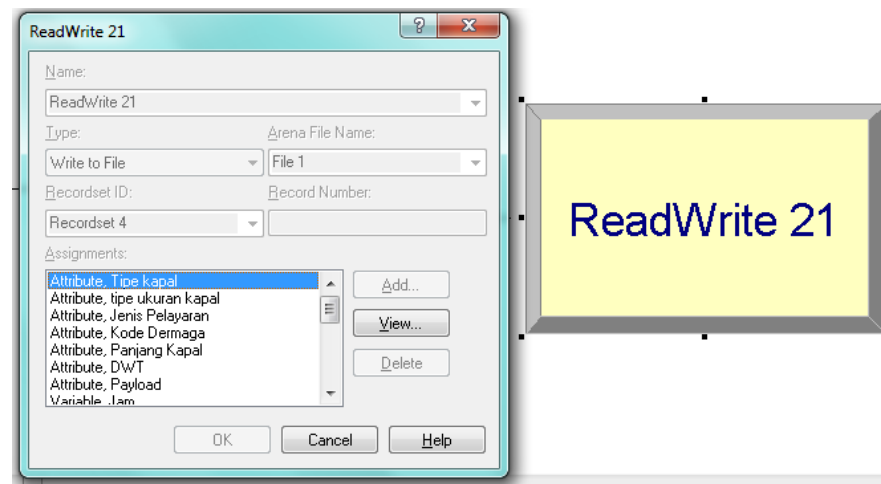
Proses bongkar dan muat membutuhkan nilai distribusi yang diperoleh dari data agar hasil simulasi lebih akurat. Pada proses ini nilai distribusi didapat dari

kecepatan bongkar masing-masing jenis kapal dengan tipe muatan tertentu. Secara umum untuk mendapatkan waktu durasi bongkar muat diperoleh dari perhitungan *payload* dibagi dengan kecepatan alat, berbeda dengan kondisi di ARENA yang harus diubah menjadi waktu per satuan *payload*.

Jenis Muatan	Dermaga	
	Jamrud Selatan	Jamrud Barat dan Utara
GC	GAMM(61.7, 1.18)	$24 + 294 * \text{BETA}(1.41, 2.18)$
BAG	$26 + \text{WEIB}(11.4, 1.14)$	$37 + 20 * \text{BETA}(0.75, 0.699)$
UNI	$85 + \text{WEIB}(90, 1.86)$	$217 + 60 * \text{BETA}(0.39, 0.346)$
CK	NORM(114, 30.7)	TRIA(66, 139, 356)
CC	TRIA(72, 90.5, 164)	$30+132 * \text{BETA}(1.11, 0.466)$

4.4.8 Merekam Data Hasil Simulasi

Hasil dari simulasi tidak hanya jumlah kapal tetapi juga data dari nilai atribut yang sudah diatur diawal sehingga perlu direkam agar hasil simulasi bisa diolah untuk dianalisis. Dalam simulasi ini digunakan bantuan dengan menambahkan modul ReadWrite, modul ini fungsinya untuk menuliskan atau membaca berkas diluar *software* Arena. Untuk memudahkan merekam data maka digunakan Microsoft Excel. Hasil dari simulasi ini mencakup Jenis kapal, jenis Pelayaran, DWT, Panjang kapal, *Payload*, Proses bongkar muat, waktu sistem, waktu tunggu kapal, dll.



Gambar 4.4.10 Input elemen yang akan direkam di modul ReadWrite

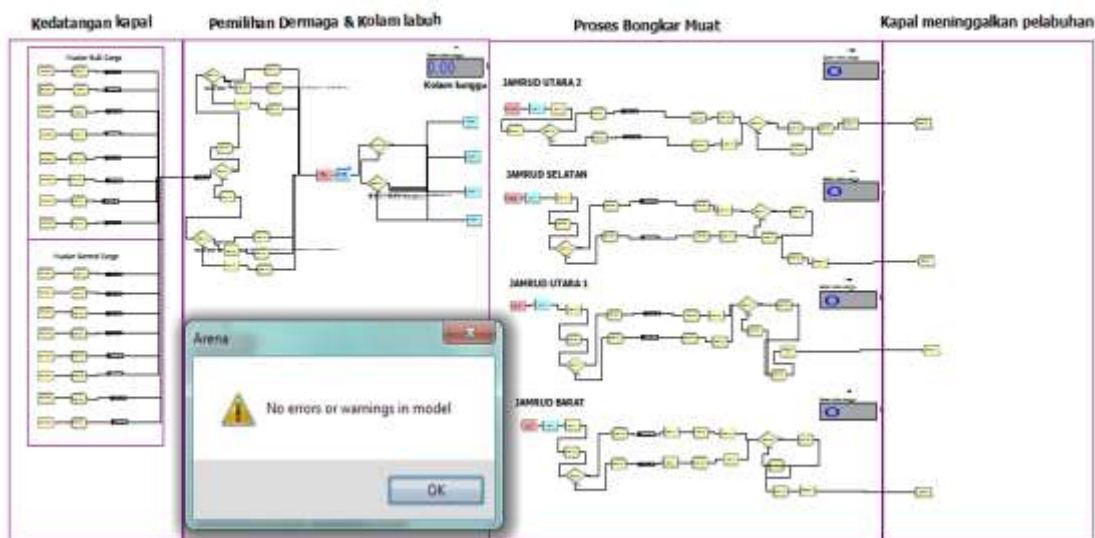
4.5 Verifikasi dan Validasi

4.5.1 Verifikasi

Verifikasi merupakan proses pemeriksaan apakah logika operasional model (program komputer) sesuai dengan logika diagram alur dan dapat dikatakan bahwa tahap verifikasi merupakan tahap untuk menjelaskan bahwa model simulasi yang dibuat bebas dari *error*. Verifikasi model simulasi dapat dilakukan dengan cara memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- Model simulasi dapat dijalankan dan bebas *error*.
- Hasil *output* simulasi yang dihasilkan masuk akal atau mendekati dengan kondisi nyatanya
- Perpindahan entitas secara animasi yang terjadi selama proses simulasi sudah sesuai dengan model konseptual.

Tahapan ini dapat dilakukan dengan cara memilih *Menu Run* pada *Menu Bar* kemudian pilih *Submenu Check Model* atau bisa langsung juga menggunakan *shortcut* dengan menekan tombol F4.



Gambar 4.5.1 Verifikasi Model

4.5.2 Validasi

Validasi merupakan langkah untuk membandingkan hasil model simulasi dengan hasil kondisi nyata saat ini. Hasil yang dibandingkan pada objek amatan ini adalah jumlah kapal yang keluar dari sistem. Jumlah kapal pada replikasi ke-*n*

dibandingkan dengan *output* dalam sistem nyata saat ini. Suatu model simulasi dinyatakan valid apabila lolos uji validasi karena ini berarti data yang didapat dari model simulasi dan sistem nyata memiliki perbedaan yang sangat kecil. Banyak metode untuk uji validasi model simulasi dan sistem real. Terdapat beberapa metode untuk melakukan uji validasi, seperti *welch's t-interval* dan *paired-t interval*. Uji validasi yang dilakukan antara sistem simulasi dan eksisting menggunakan *welch's t – interval*.

Welch's t – interval mencari tahu apakah ada perbedaan signifikan antara populasi satu dan populasi lainnya. Sedangkan pada *paired-t interval* lebih ke melihat data satu demi satu apakah populasi satu mengalami perubahan ketika diberikan suatu *treatment X*. *Running* replikasi dengan simulasi menggunakan data random, sehingga *output* yang dihasilkan tidak pasti, tergantung dari *generate random* number-nya. Oleh karena itu penggunaan *welch t-interval* dianggap lebih tepat karena melihat sama tidaknya sistem secara kumulatif, tidak sendiri-sendiri (per-data) Berikut merupakan hasil uji validasi model bongkar dan model muat.

Kemudian dilakukan hipotesis dimana,

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

Lalu dihitung derajat kebebasann (df=*degrees of freedom*, *r*). Rumus yang digunakan adalah :

$$r = \frac{\left(\frac{s_x^2}{n_1} + \frac{s_y^2}{n_2} \right)^2}{\frac{\left(\frac{s_x^2}{n_1} \right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{s_y^2}{n_2} \right)^2}{n_2 - 1}}$$

$$r = \frac{\left(\frac{14}{10} + \frac{6}{10}\right)^2}{\frac{\left(\frac{196}{10}\right)^2}{10-1} + \frac{\left(\frac{36}{10}\right)^2}{10-1}} = 18$$

Dari perhitungan diatas, dilakukan pengolahan untuk mendapatkan $t_{df, \alpha/2}$, dengan nilai $r = 18$ dan dengan $\alpha = 0.05$, maka didapatkan $t_{5,0,025}$ sebesar 2.1009. Maka, langkah selanjutnya dilakukan perhitungan hw sebagai berikut.

$$Hw = t_{r, \alpha/2} \sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}$$

$$Hw = 2,26 \sqrt{\frac{14}{10} + \frac{16}{10}} =$$

Sehingga *Confidence Interval* pada data tersebut ialah sebagai berikut

$$(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - Hw \leq \mu_1 - \mu_2 \leq (\bar{x}_1 - \bar{x}_2) + Hw$$

$$(-) - \leq \mu_1 - \mu_2 \leq (-) +$$

$$- \leq \mu_1 - \mu_2 \leq$$

Dikarenakan nilai 0 (nol) berada di dalam interval $\mu_1 - \mu_2$ maka dapat ditarik kesimpulan bahwa $\mu_1 - \mu_2 = 0$ dan H_0 tidak ditolak. Hal ini berarti menunjukkan bahwa dengan tingkat kepercayaan 95%, tidak ada perbedaan yang signifikan antara model simulasi dengan sistem nyata.

Tabel 4.5.1 Validasi jumlah kapal

Replikasi	Real System (x)	Output Simulasi (y)	(x-y)
1	92	70	22
2	70	65	5
3	77	68	9

4	100	83	17
5	70	70	0
6	65	74	-9
7	62	77	-15
8	71	75	-4
9	78	71	7
10	54	80	-26
Rataan	74	73	1
Var	188	31	214
Std.Dev	14	6	15
n	10	10	
n-1	9	9	

4.5.3 Perhitungan Jumlah Replikasi

Perhitungan jumlah replikasi dilakukan untuk menentukan berapa banyak jumlah replikasi yang dibutuhkan dengan terlebih dahulu running model simulasi sebanyak 10 kali untuk mendapatkan jumlah *error* dan standar deviasi.

Pada tabel berikut adalah hasil rekap dari output simulasi dengan jumlah replikasi sebanyak 10 kali. Nantinya hasil tersebut dipakai dalam perhitungan jumlah replikasi dengan metode *absolute* dengan *error* yang akan ditanggung sebesar nilai *half width* hasil replikasi dan selang kepercayaan 95%.

Tabel 4.5.2 Perhitungan Replikasi

Replikasi	Output Simulasi
1	70
2	65
3	68
4	83
5	70
6	74
7	77
8	75
9	71
10	80
Rataan	73
Var	31
Std.Dev	6

$$\alpha = 0.05$$

$$s = 1963.141485$$

$$t_{9,0,025} = 2,26$$

$$Z_{1-\alpha/2}=1,96$$

$$h = hw = t_{n-1,\alpha/2}^1 \frac{S^1}{n^{0.5}}$$

$$h = \frac{(2.26)1963.141485}{\sqrt{10}} = 1404.346818$$

$$n' = Z_{1-\alpha/2}^2 \frac{S^2}{h^2}$$

$$n' = 3,8416 \frac{3853924.49}{1972189.99} = 7,507$$

BAB 5 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

5.1 Analisis dan Pembahasan Hubungan Kongesti dengan Demurrage

5.1.1 Hasil Simulasi Dari Model Eksisting

Setelah dilakukan simulasi dan didapatkan nilai yang tervalidasi kemudian dihitung rata-rata dari 10 sampel tersebut, sehingga didapatkan nilai rata-rata yang selanjutnya bisa dijadikan bahan analisis. Berikut merupakan hasil simulasi tiap replikasi dengan *running* model selama 31 hari.

Tabel 5.1.1 Hasil Simulasi tiap replikasi

REPLIKA	jumlah kapal	jumlah muatan (ton)	ET (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)
1	70	35784	60	115	184
2	65	46641	80	111	199
3	68	22937	49	101	189
4	83	64110	116	104	240
5	70	66274	118	149	235
6	74	49880	109	117	292
7	77	30945	54	102	203
8	75	34825	56	118	195
9	71	57623	76	86	117
10	80	24322	41	54	317

Hasil simulasi pada Tabel menunjukkan hasil simulasi untuk tiap-tiap replikasi dimana jumlah replikasi yang digunakan sebanyak 10 kali. Rata-rata jumlah kedatangan kapal adalah sebanyak 73 kapal dengan kunjungan terbesar pada replika ke-4. Rata-rata muatan yang diangkut atau dimuat rata-rata sebesar 43 ribu ton dengan jumlah terbesar pada replikasi ke 4 dan jumlah terkecil pada replika ke 3. Rata-rata ET (waktu efektif) hasil simulasi adalah sebesar 76 jam, rata-rata waktu tunggu kapal untuk dapat sandar di dermaga sebesar 106 jam, sedangkan rata-rata durasi demurrage dari hasil simulasi adalah 217 jam.

Waktu efektif digunakan untuk menghitung *laytime*, sedangkan *laytime* digunakan untuk menghitung besarnya demurrage. Dalam pengerjaan ini *laytime* dibagi menjadi 2, yaitu *laytime* berdasarkan dan *actual laytime*. *Laytime* berdasarkan *freight* adalah lama waktu yang tertera dalam perjanjian sewa kapal dimana biasanya dihitung berdasarkan jumlah muatan dibagi rata-rata kinerja harian dikali banyak palka yang bisa dikerjakan. Dalam Tugas Akhir ini *laytime* disamakan dengan waktu efektif bongkar atau muat. *Actual Laytime* yaitu waktu yang habis digunakan kapal untuk proses bongkar muat ditambahkan dengan waktu tunggu jika ada atau waktu-waktu lain setelah *laytime* kadaluwarsa.

$$L = \frac{\text{Jumlah Muatan}}{\text{Kinerja BM} * \text{Jumlah Gang}}$$

$$AL = \frac{\text{Jumlah muatan}}{(\text{Kinerja BM} + \text{Distribusi selisih ET}) * \text{jumlah gang}}$$

dimana,

L = *Laytime*

AL = *Actual Laytime*

Jika sudah didapatkan besarnya *laytime* dan *actual laytime* maka bisa digunakan untuk mengidentifikasi apakah kapal mengalami demurrage atau justru mengalami despatch. Lama demurrage dan despatch sendiri dirumuskan sebagai berikut:

$$DM = AL > L$$

$$DP = AL < L$$

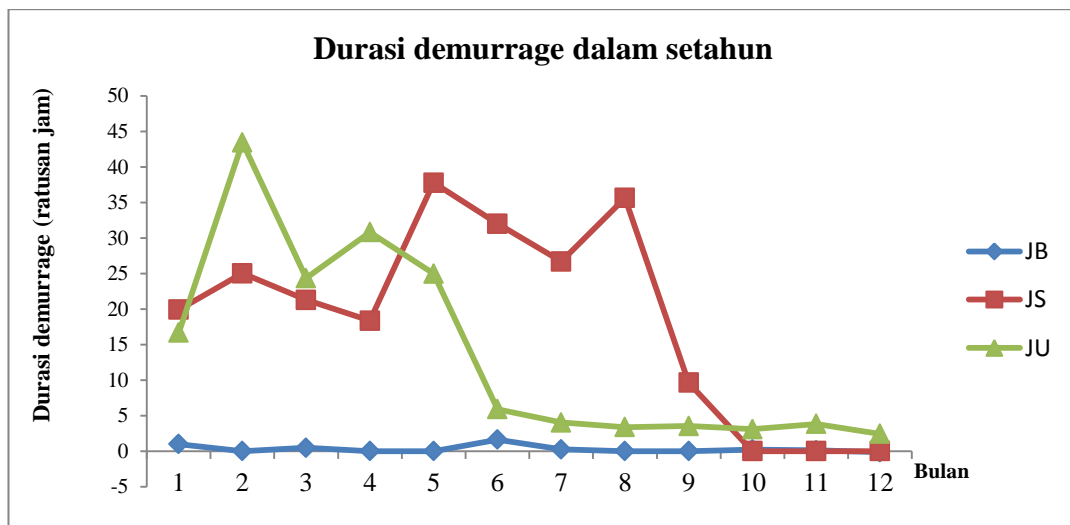
Dimana,

DM = *Demurrage*

DP = *Despatch*

Langkah selanjutnya adalah menjalankan model untuk waktu satu tahun untuk melihat pengaruh-pengaruh komponen yang akan dicari yakni, pengaruh dri

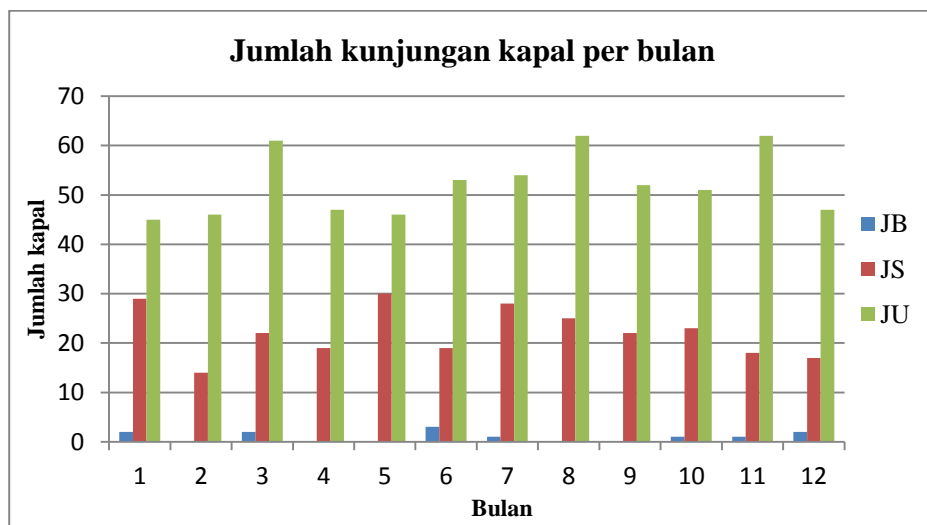
ukuran kapal dan waktu tunggu terhadap durasi demurrage kapal di pelabuhan. Gambar 5.1.1 memperlihatkan hasil simulasi yang dijalankan selama 1 tahun untuk masing-masing tambatan. Tambatan yang paling banyak mengalami demurrage adalah di tambatan Jamrud Selatan lalu disusul Jamrud Utara dan Jamrud Barat. Karena Jamrud selatan melayani kapal domestik dan kunjungan kapal yang banyak maka total durasi demurragenya yang terbanyak sedangkan tambatan Jamrud Barat hanya mampu melayani satu hingga dua kapal dalam satu waktu sehingga arus kunjungan kapal juga tidak sebanyak di Jamrud Selatan.



Gambar 5.1.1 Durasi demurrage masing-masing tambatan

Kedatangan kapal juga menjadi komponen penting karena waktu antar kedatangan masing-masing kapal diperlukan untuk mengidentifikasi pola kedatangan yang nantinya dibuat input model. Dari hasil simulasi diperoleh jumlah kedatangan kapal untuk tiap bulan untuk masing-masing tambatan yang disajikan pada Gambar 5.1.2. Jumlah kunjungan kapal terbanyak berada di tambatan Jamrud Utara, tambatan ini memiliki total 800 meter sehingga mampu melayani banyak kapal. Dalam setahun kapal yang telah dilayani adalah sebanyak 626 kapal. Tambatan Jamrud Selatan pada hasil simulasi menunjukkan telah dikunjungi kapal sebanyak 266 kapal lalu disusul tambatan Jamrud Barat sebanyak 12 kapal. Total dari keseluruhan kunjungan kapal di simulasi adalah 904 kapal, jika dibandingkan dengan kondisi nyata di Terminal hanya selisih 7 kapal dengan artian kondisi nyatanya ada 911 kapal.

Rata-rata demurrage per kapal per kluster dapat dilihat pada Tabel 5.1.2 Rata-rata demurrage per kapal Tabel 5.1.2 dimana nilai tersebut diperoleh dari total durasi demurrage dibagi jumlah kunjungan kapal untuk masing-masing kluster. Kapal dengan kluster 1 memiliki rata-rata demurrage 8,7 jam dengan nilai terbesar adalah 11,56 jam dan nilai terkecil 5,2 jam. Kapal dengan kluster 2 memiliki rata-rata 35,2 jam atau satu setengah hari dimana durasi demurrage terbesar adalah 68,39 jam dan terkecil 22,8 jam. Rata-rata kapal kluster 3 memiliki durasi demurrage sebesar 74,24 jam atau rata-rata 3 hari, Sedangkan pada kapal kluster 4 rata-rata durasi demurragenya adalah sebesar 41,32 jam.



Gambar 5.1.2 Jumlah kunjungan kapal per bulan

Tabel 5.1.2 Rata-rata demurrage per kapal

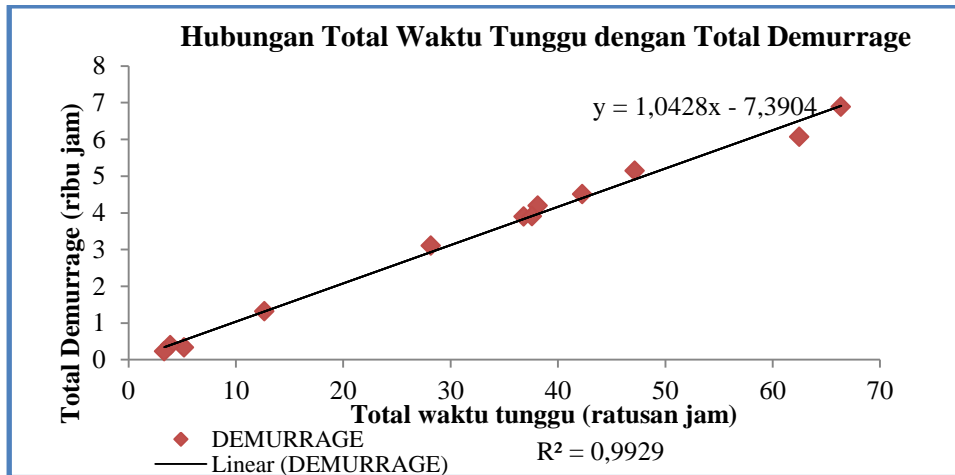
1	DEMURRAGE (JAM)			4
	2	3		
11,56	68,39	82,07		37,30
9,22	45,59	136,78		68,39
9,12	34,20	82,07		45,59
9,22	51,29	102,59		45,59
8,37	27,36	82,07		51,29
6,73	24,14	45,59		41,03
5,78	25,65	51,29		31,57
5,23	24,14	102,59		41,03
10,26	37,30	37,30		31,57
9,12	22,80	58,62		37,30
8,73	34,20	51,29		24,14
10,80	27,36	58,62		41,03

Dari hasil simulasi masing-masing dermaga dihitung untuk mencari hubungan antara waktu tunggu dengan *demurrage*, berikut merupakan total hasil simulasi satu tahun khusus untuk waktu tunggu dan durasi *demurrage*. Nilai dari tabel merupakan total penjumlahan waktu tunggu dan *demurrage* tiap bulan dalam setahun.

Tabel 5.1.3 Hasil simulasi 1 tahun

TOTAL	
WT (jam)	DEMURRAGE
3812,97	4196,42
6637,68	6886,64
4227,21	4509,96
4717,42	5146,64
6250,13	6064,61
3681,32	3899,29
2817,46	3098,40
3760,32	3901,24
1267,32	1318,52
518,76	329,09
390,70	393,54
334,72	227,35

Hasil dari Tabel 5.1.3 Hasil simulasi 1 tahun selanjutnya diplot untuk diregresi apakah waktu tunggu kapal benar-benar berpengaruh terhadap lamanya *demurrage*. Hasil yang baik adalah jika memiliki R^2 diatas 0,7. Pada gambar hubungan antara waktu tunggu dengan *demurrage* adalah sebesar 0,9929, jadi dari hasil menunjukkan bahwa benar waktu tunggu berpengaruh terhadap *demurrage*.



Gambar 5.1.3 Hubungan Waktu Tunggu dengan Demurrage

Untuk mengetahui kondisi *demurrage* berdasarkan ukuran kapal ditunjukkan pada Gambar 5.1.4. Durasi terbanyak ada pada kluster 1 dimana total *demurrage* mencapai 42.397,61 jam, porsi terbesar berada di bulan Agustus yaitu mencapai 5.574,57 jam. Durasi terbanyak selanjutnya adalah pada kluster 4 dengan total selama 1422,72 jam dan rata-rata per bulannya sebesar 1187,72 jam. Porsi terbanyak terjadi di bulan Desember yang mencapai 1523,08 jam. Total *demurrage* yang paling rendah terjadi di kluster 3 dengan total setahun sebesar 7327,26 jam dan rata-ratanya sebesar 610 per bulannya, hal ini terjadi karena kunjungan kapal di dermaga Jamrud Barat tidak sebanyak di dermaga Jamrud lainnya.

$$Y = 1,0428X - 34,709$$

Dimana,

Y = Total Durasi Demurrage

X = Total Waktu tunggu

Untuk menguji kevalidan persamaan hubungan antara total waktu tunggu dan total durasi demurrage diperlukan nilai X untuk disubstitusikan ke dalam persamaan, hasil total demurrage awal dibandingkan dengan hasil demurrage persamaan lalu dicari korelasinya dengan menggunakan fitur *Data Analysis* yang terdapat di Microsot Excel. Contoh perhitungan total demurrage adalah sebagai berikut:

$$Y = 1,0428x - 7,3904$$

$$X = 3812,97$$

$$Y = 1,0428 * 3812,97 - 7,3904$$

$$= 3976,16 - 7,3904$$

$$= 3968,77 \text{ jam}$$

Tabel 5.1.4 Perbandingan total demurrage eksisting dengan hasil dari persamaan

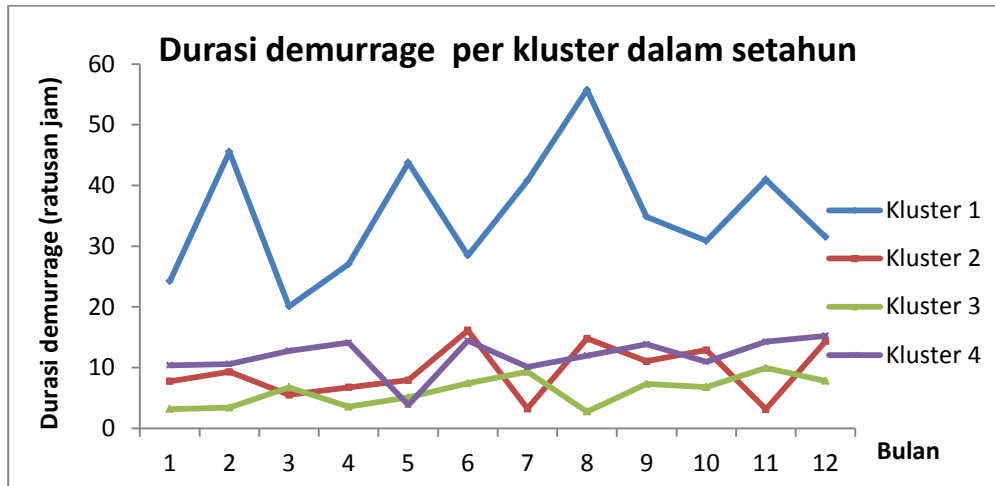
BULAN	TOTAL WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	DEMURRAGE (jam)
Januari	3812,97	4196,42	3968,77
Februari	6637,68	6886,64	6914,38
Maret	4227,21	4509,96	4400,74
April	4717,42	5146,64	4911,93
Mei	6250,13	6064,61	6510,24
Juni	3681,32	3899,29	3831,49
Juli	2817,46	3098,40	2930,66
Agustus	3760,32	3901,24	3913,87
September	1267,32	1318,52	1314,18
Oktober	518,76	329,09	533,57
Nopember	390,70	393,54	400,04
Desember	334,72	227,35	341,66

Setelah diperoleh hasil total demurrage dari persamaan, selanjutnya dibandingkan dengan hasil eksisting untuk melihat tingkat kepercayaan hasil. Dari analisis uji *pair t-Test* menggunakan Microsoft Excel diperoleh nilai t Stat sebesar -0,121 dimana nilai tersebut berada di rentang nilai t Critical (-2,179 dan 2,179).

Tabel 5.1.5 Uji t total demurrage eksisting dengan persamaan

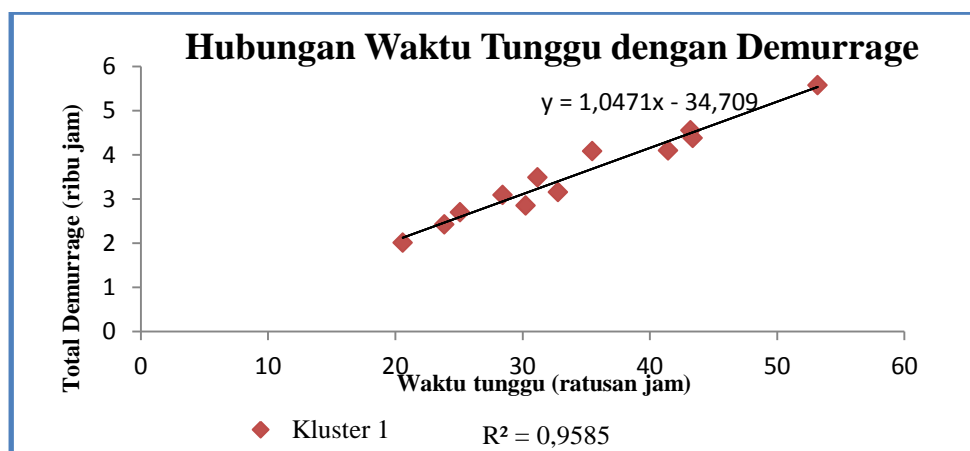
Parameter	Variable 1	Variable 2
Mean	6149,495	6155,719
Variance	1,08E+08	1,08E+08
Observations	13	13
Pearson Correlation	0,999843	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	12	
t Stat	-0,12108	
P(T<=t) one-tail	0,452816	

t Critical one-tail	1,782288
P(T<=t) two-tail	0,905632
t Critical two-tail	2,178813



Gambar 5.1.4 Durasi demurrage per kluster ukuran kapal

Hubungan waktu tunggu dengan demurrage per masing-masing kluster ukuran kapal bisa dilihat di Gambar 5.1.5. Grafik merupakan hasil regresi hubungan total waktu tunggu tiap bulan terhadap total durasi demurrage tiap bulannya dimana titik terendah terjadi di bulan Maret yaitu sebesar 2007,93 jam. Pada kluster ukuran kapal 1 menghasilkan $R^2 = 0,9895$. Dari hasil R^2 dapat disimpulkan bahwa waktu tunggu pada kluster 1 berpengaruh pada total durasi demurrage. Hasil regresi hubungan antara waktu tunggu dengan demurrage pada Kluster 2-4 bisa dilihat di Lampiran.



Gambar 5.1.5 Hubungan waktu tunggu dengan demurrage kluster 1

Dari hasil regresi antara Hubungan waktu tunggu dan demurrage untuk masing-masing kluster diperoleh persamaannya yaitu:

KLUSTER	PERSAMAAN
1	$y = 1,0471x - 34,709$
2	$y = 1,1117x - 171,36$
3	$y = 0,9738x + 41,733$
4	$y = 0,6684x + 581,74$

5.2 SIMULASI SKENARIO 1

5.2.1 Hasil Simulasi Dari Skenario 1

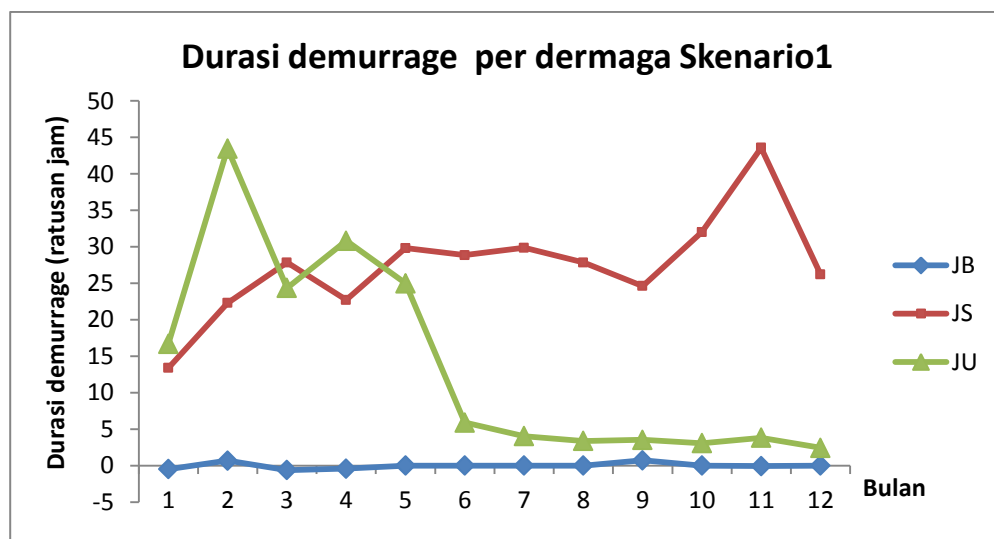
Simulasi skenario diperlukan untuk melihat bagaimana kondisi jika ada variabel-variabel bebas yang berubah, dari hasil skenario bisa dilihat sejauh mana perubahan kondisi yang terjadi jika dibandingkan dengan semula apakah lebih baik atau justru lebih buruk, skenario juga berguna untuk saran perbaikan suatu sistem agar lebih baik.

Pada skenario 1 yang dijadikan peubah adalah rata-rata waktu antar kedatangan kapal, yang mana diasumsikan rata-rata waktu kedatangan kapal 5 jam lebih cepat dari model eksisting sehingga diperoleh rata-rata waktu antar kedatangan seperti yang tertera pada Tabel 5.2.1 Kedatangan kapal 5 jam lebih cepat. Dalam statistika distribusi yang cocok untuk waktu antar kedatangan suatu entitas adalah distribusi eksponensial sehingga pada simulasi di Arena untuk waktu antar kedatangan menggunakan distribusi eksponensial yang dinotasikan EXPO (MEAN).

Tabel 5.2.1 Kedatangan kapal 5 jam lebih cepat

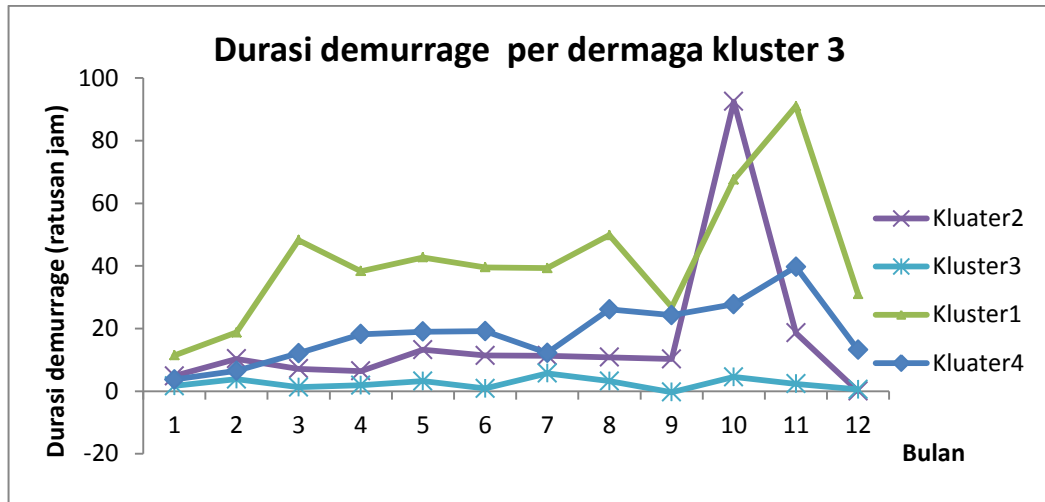
KAPAL	No Identitas	Kedatangan kapal
Kapal BC1.1	Entity 1	EXPO(295)
Kapal BC1.2	Entity 2	EXPO(332)
Kapal BC1.3	Entity 3	EXPO(2000)
Kapal BC1.4	Entity 4	EXPO(517)
Kapal GC1.1	Entity 9	EXPO(20)
Kapal GC1.2	Entity 10	EXPO(1300)
Kapal GC1.3	Entity 11	EXPO(2200)
Kapal BC2.1	Entity 5	EXPO(187)
Kapal BC2.2	Entity 6	EXPO(181)
Kapal BC2.3	Entity 7	EXPO(277)

KAPAL	No Identitas	Kedatangan kapal
Kapal BC2.4	Entity 8	EXPO(85)
Kapal GC2.1	Entity 12	EXPO(102)
Kapal GC2.2	Entity 13	EXPO(79)
Kapal GC2.3	Entity 14	EXPO(315)
Kapal GC2.4	Entity 14	EXPO(149)
Kapal GC1.4	Entity 11	EXPO(2400)



Gambar 5.2.1 Hasil demurrage per dermaga pada skenario 1

Gambar 5.2.1 memperlihatkan hasil simulasi untuk skenario 1 yang dijalankan selama 1 tahun untuk masing-masing tambatan. Tambatan yang paling banyak mengalami *demurrage* adalah di tambatan Jamrud Selatan lalu disusul Jamrud Utara dan Jamrud Barat. Karena Jamrud selatan melayani kapal domestik dan kunjungan kapal yang banyak maka durasi demurragenya yang terbanyak sedangkan tambatan Jamrud Barat hanya mampu melayani satu hingga dua kapal dalam satu waktu sehingga arus kunjungan kapal juga tidak sebanyak di Jamrud Selatan. Jika dibandingkan dengan hasil pada model eksisting, durasi *demurrage* pada skenario 1 mengalami penurunan khususnya di akhir tahun namun demurrage di Jamrud Selatan tetap yang memiliki waktu *demurrage* terbesar. Meskipun di akhir tahun *demurrage* menurun, secara keseluruhan di Jamrud Selatan mengalami kenaikan *demurrage* tiap bulannya.



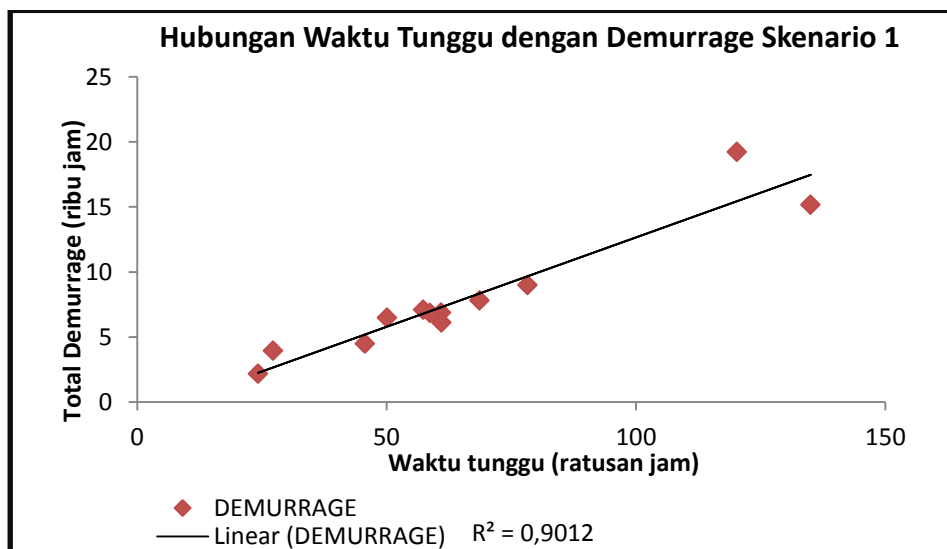
Gambar 5.2.2 Durasi demurrage per kluster skenario 1

Untuk mengetahui kondisi *demurrage* berdasarkan ukuran kapal ditunjukkan pada Gambar 5.2.2 Durasi terbanyak ada pada kluster 1 dimana total *demurrage* mencapai , porsi terbesar berada di bulan Agustus yaitu mencapai 23607,93 jam. Durasi terbanyak selanjutnya adalah pada kluster 4 dengan total selama 8086,52 jam dan rata-rata per bulannya sebesar 674 jam. Total *demurrage* yang paling rendah terjadi di kluster 2 dengan total setahun sebesar 4402 jam dan rata-ratanya sebesar 367 jam per bulannya, berbeda dengan model eksisting yang justru memiliki total *demurrage* terendah pada kluster 3.

Tabel 5.2.2 Hasil perbandingan simulasi eksisting dan skenario1

Bulan	Simulasi Eksisting		Skenario1		Selisih (jam)	
	WT	Demurrage	WT	Demurrage	WT	Demurrage
1	3812,97	4196,42	2423,70	2168,92	1389,27	2027,50
2	6637,68	6886,64	2729,44	3936,99	3908,24	2949,66
3	4227,21	4509,96	6096,46	6875,24	-1869,26	-2365,28
4	4717,42	5146,64	5009,24	6483,42	-291,82	-1336,78
5	6250,13	6064,61	6865,20	7815,55	-615,07	-1750,94
6	3681,32	3899,29	5736,25	7094,17	-2054,93	-3194,88
7	2817,46	3098,40	5873,90	6859,31	-3056,44	-3760,91
8	3760,32	3901,24	7831,27	9002,01	-4070,95	-5100,77
9	1267,32	1318,52	6104,06	6106,33	-4836,74	-4787,80
10	518,76	329,09	12026,77	19238,11	-11508,01	-18909,02
11	390,70	393,54	13503,10	15164,06	-13112,40	-14770,51
12	334,72	227,35	4571,59	4479,97	-4236,87	-4252,62

Hasil skenario 3 menunjukkan bahwa dengan kenaikan kedatangan kapal mempengaruhi besarnya waktu tunggu dan lamanya demurrage. Dalam *running* setahun total waktu tunggu mengalami kenaikan sebesar 40.354,98 jam dengan rata-rata kenaikan sebesar 3 ribu jam. Sedangkan total *demurrage*-nya mengalami kenaikan sebesar 55.252,35 jam dengan rata-rata kenaikan sebesar 4 ribu jam. Prosentase kenaikan total waktu tunggu model simulasi dengan model skenario adalah sebesar 74,59% dengan rata-rata kenaikan tiap bulannya sebesar 6,22 % sedangkan untuk prosentase kenaikan total demurrage dalam setahun sebesar 120,83 % dan rata-rata kenaikan tiap bulannya sebesar 10,07%.



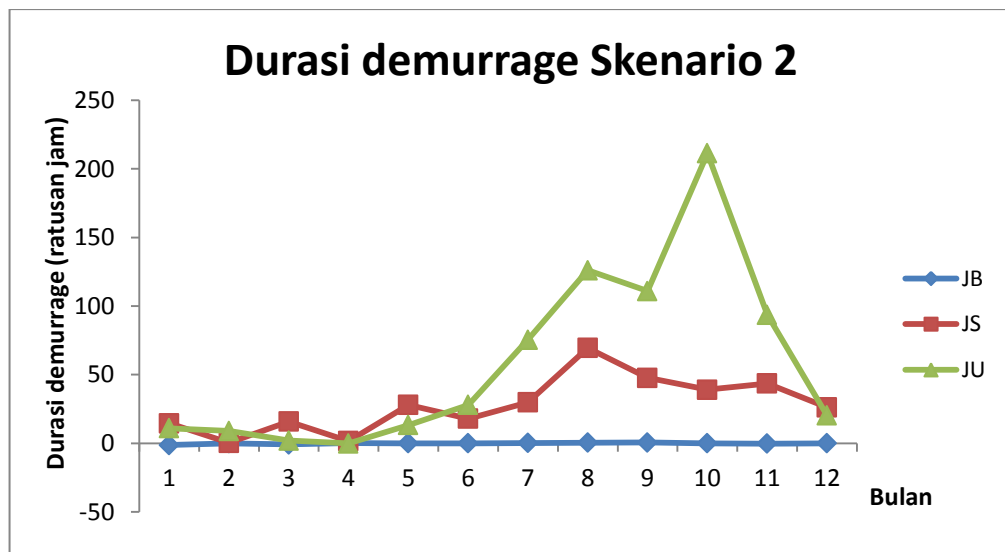
Gambar 5.2.3 Hubungan Waktu Tunggu dengan Demurrage Skenario1

Hubungan waktu tunggu dengan demurrage skenario 1 bisa dilihat pada Gambar 5.2.3. Graik merupakan hasil regresi hubungan total waktu tunggu tiap bulan terhadap total durasi *demurrage* tiap bulannya dimana titik terendah terjadi di bulan Oktober yaitu sebesar 19.238 jam dengan total waktu tunggu sebesar 12.027 jam. Pada skenario 1 menghasilkan $R^2 = 0,9012$. Dari hasil R^2 dapat disimpulkan bahwa waktu tunggu pada kluster 1 berpengaruh pada total durasi *demurrage*. Total waktu tunggu jika dibandingkan dengan model eksisting mengalami rata-rata kenaikan sebesar 205% sedangkan total *demurrage*-nya mengalami kenaikan sebesar 238%.

5.3 SIMULASI SKENARIO 2

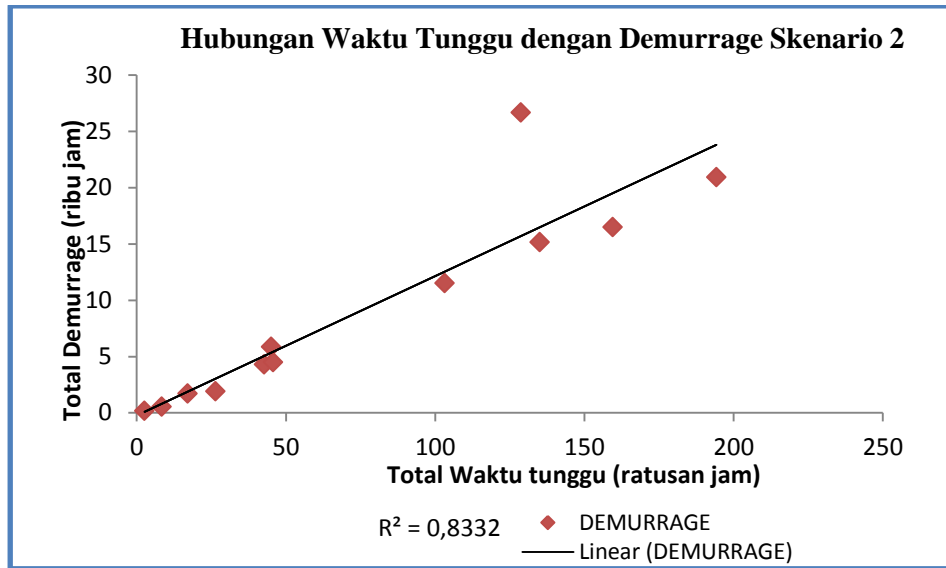
5.3.1 Hasil Simulasi Dari Skenario 2

Pada skenario 2 yang disimulasikan jika kapal yang datang adalah. alokasi proses tambat diubah dengan jika dermaga Jamrud Barat dan Selatan sedang sibuk atau tidak dapat melayani kapal maka diberikan alternati ke dermaga yang tidak sibuk. Untuk dermaga yang melayani kapal *General Cargo* dialokasikan menjadi multipurpose sehingga muatan curah juga dapat dilayani begitu pula sebaliknya.



Gambar 5.3.1 Durasi demurrage per dermaga skenario 2

Gambar 5.3.1 memperlihatkan hasil simulasi untuk skenario 2 yang dijalankan selama 1 tahun untuk masing-masing tambatan. Tambatan yang paling banyak mengalami kenaikan durasi *demurrage* adalah di tambatan Jamrud Selatan lalu disusul Jamrud Utara dan Jamrud Barat. Pola grafik pada hasil skenario 2 hampir mirip dengan skenario 1 dimana total demurrage Jamrud Selatan mengalami peningkatan di pertengahan tahun namun di akhir tahun mengalami penurunan. Sedangkan tambatan Jamrud Utara cenderung menurun karena apabila tambatan Jamrud Utara sibuk dialokasikan ke dermaga yang lain.



Gambar 5.3.2 Hubungan waktu tunggu dengan demurrage skenario 2

Hubungan waktu tunggu dengan *demurrage* skenario 1 bisa dilihat pada Gambar 5.2.3. Graik merupakan hasil regresi hubungan total waktu tunggu tiap bulan terhadap total durasi *demurrage* tiap bulannya dimana titik terendah terjadi di bulan Oktober yaitu sebesar 19.238 jam dengan total waktu tunggu sebesar 12.027 jam. Pada skenario 1 menghasilkan $R^2 = 0,8332$.

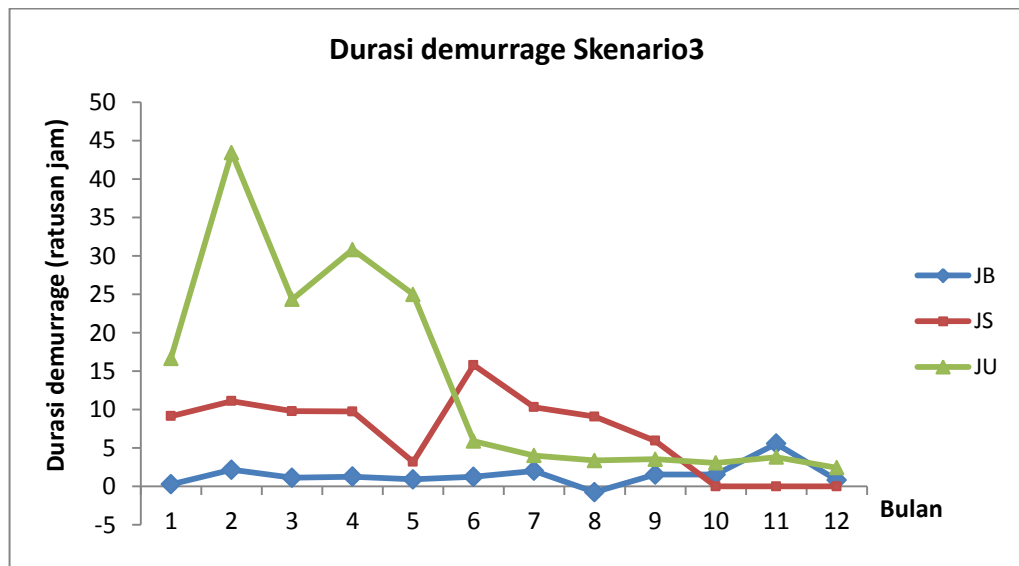
Tabel 5.3.1 Perbandingan hasil simulasi dengan skenario 2

Simulasi Eksisting		Skenario2		Selisih Skenario2 (jam)	
WT	Demurrage	WT	Demurrage	WT	Demurrage
3812,97	4196,42	2637,71	1909,61	1175,25	2027,50
6637,68	6886,64	835,38	530,22	5802,30	2949,66
4227,21	4509,96	1711,22	1703,66	2515,99	-2365,28
4717,42	5146,64	261,32	160,33	4456,10	-1336,78
6250,13	6064,61	4264,15	4291,02	1985,98	-1750,94
3681,32	3899,29	4503,54	5866,08	-822,22	-3194,88
2817,46	3098,40	10316,19	11518,38	-7498,73	-3760,91
3760,32	3901,24	19423,38	20931,64	-15663,05	-5100,77
1267,32	1318,52	15950,91	16481,41	-14683,59	-4787,80
518,76	329,09	12868,40	26651,49	-12349,65	-18909,02
390,70	393,54	13503,10	15145,58	-13112,40	-14770,51
334,72	227,35	4571,59	4479,97	-4236,87	-4252,62

5.4 SIMULASI SKENARIO 3

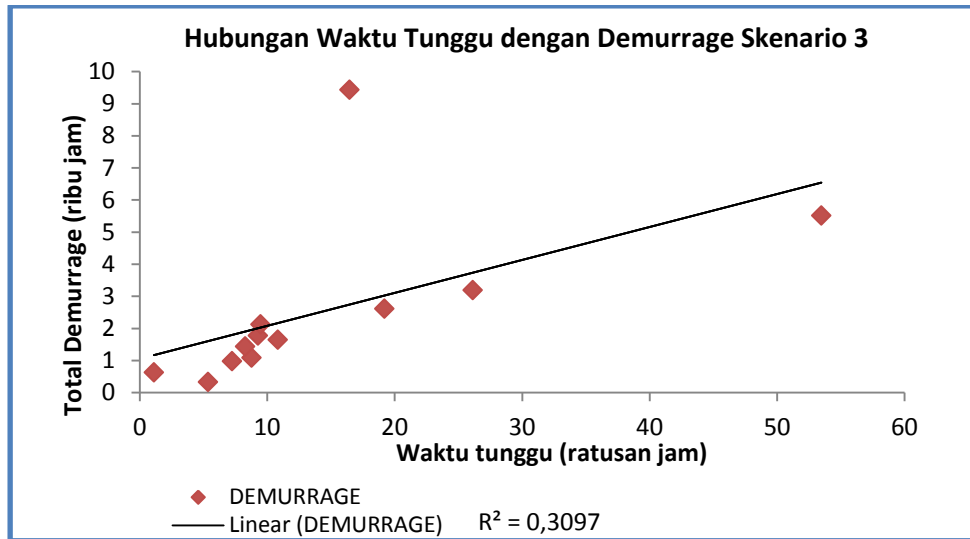
5.4.1 Hasil Simulasi Dari Skenario 3

Pada skenario 2 yang disimulasikan jika pemilik muatan atau pihak penyewa kapal memilih menambah satu alat (menambah gang) guna mempercepat proses bongkar muat yang mana tentu akan mengurangi lama waktu kapal tambat dan dapat menurunkan waktu tunggu. Penambahan alat disimulasikan pada kapal Kluster 1, Kluster 2, dan Kluster 4. Berikut hasil simulasi mengenai durasi demurrage untuk masing-masing tambatan, hubungan total waktu tunggu dengan demurrage dan perbandingan model eksisting dengan model skenario3.



Gambar 5.4.1 Durasi demurrage per tambatan pada skenario 3

Pada gambar Gambar 5.4.1 menunjukkan hasil durasi demurrage selama 1 tahun untuk masing-masing dermaga, dermaga yang banyak menimbulkan demurrage adalah Jamrud Selatan, disusul Jamrud Barat dan Jamrud Utara. Secara keseluruhan demurrage pada awal tahun mengalami kenaikan dan mengalami penurunan pada pertengahan hingga akhir tahun. Dengan adanya penambahan alat total durasi demurrage untuk masing-masing tambatan mengalami penurunan, hal ini disebabkan semakin cepatnya proses bongkar muat sehingga waktu tunggu juga berkurang. Detail penurunan waktu tunggu dan demurrage serta besar persentasenya pada model eksisting dan skenario bisa dilihat pada Tabel 5.4.1.



Gambar 5.4.2 Hubungan Waktu Tunggu dengan Demurrage Skenario3

Pada skenario 3 derajat keterikatan antara waktu tunggu dengan demurrage adalah sebesar 0,3097 yang artinya pada skenario ini waktu tunggu tidak begitu berpengaruh dengan demurrage. Hal ini disebabkan pada dermaga Jamrud Selatan tidak ada kunjungan kapal pada akhir tahun.

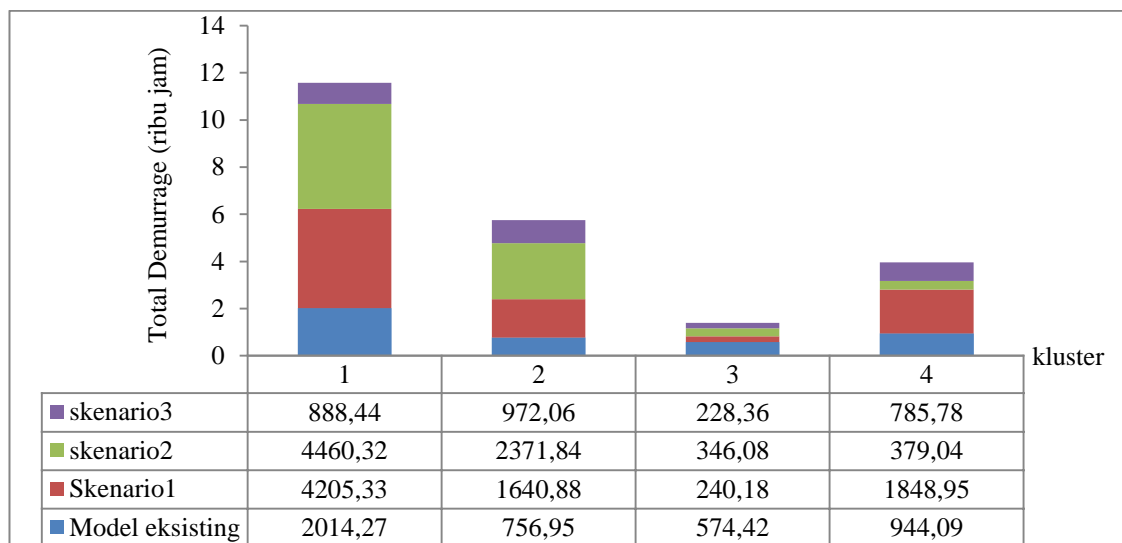
Tabel 5.4.1 Perbandingan model eksisting dengan skenario 3 tiap bulan

Hasil Simulasi			
Simulasi Eksisting		Skenario3	
WT	Demurrage	WT	Demurrage
3812,97	4196,42	927,01	1919,81
6637,68	6886,64	1919,81	946,48
4227,21	4509,96	946,48	1083,85
4717,42	5146,64	1083,85	111,07
6250,13	6064,61	111,07	2612,17
3681,32	3899,29	2612,17	877,46
2817,46	3098,40	877,46	826,32
3760,32	3901,24	826,32	723,81
1267,32	1318,52	723,81	535,10
518,76	329,09	535,10	5347,50
390,70	393,54	5347,50	1646,36
334,72	227,35	1646,36	17556,94

Pada Tabel V.4.1 menunjukkan hasil perbandingan model eksisting dengan skenario 3, dimana pada skenario ini total waktu tunggu mengalami penurunan sebesar 21 ribu jam dengan rata-rata tiap bulannya sebesar 17 ribu jam. Sedangkan

untuk total demurrage mengalami penurunan sebesar 5,7 ribu jam dengan rata-rata penurunan tiap bulannya sebesar 482,07 jam. Rata-rata prosentase penurunan total waktu tunggu dan total demurrage dalam setahun adalah sebesar 7,22% dan 11,07%.

Dari beberapa hasil simulasi termasuk simulasi eksisting dan 3 skenario yang telah dilakukan didapatkan nilai total demurrage untuk masing-masing simulasi. Pada Gambar 5.4.3 Durasi demurrage per skenario ditunjukkan hasil rata-rata total demurrage untuk kluster 1 hingga 4 dari masing-masing simulasi model eksisting dan simulasi skenario. Pada kluster 1 rata-rata total demurrage mengalami kenaikan jika menggunakan skenario1 dan 2, Pada kluster 2 total *demurrage* juga mengalami kenaikan di semua skenario, Pada kluster 3 seluruh scenario mengalami penurunan total *demurrage* jika dibandingkan dengan model eksisting, nilai total terendah terjadi pada scenario 3. Pada kluster 4 untuk skenario 1 mengalami kenaikan dua kali lipat akibat membeludaknya kedatangan kapal, sedangkan pada skenario 2 dan 3 mengalami penurunan total *demurrage*.



Gambar 5.4.3 Durasi demurrage per skenario

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis hasil simulasi dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Memodelkan Persamaan pengaruh waktu tunggu terhadap demurrage menggunakan pendekatan analisis regresi linier diperoleh derajat korelasi $R^2 = 0,9929$ dengan persamaan sebagai berikut:

$$Y = 1,0428X - 7,3904$$

dimana,

Y = Total Durasi Demurrage

X = Total Waktu tunggu

2. Hubungan antara ukuran kapal dengan *demurrage* untuk masing-masing kluster ukuran kapal adalah sebagai berikut:
 - Kluster 1 ($DWT \leq 10.000$) adalah $y = 1,0471x - 34,709$
 - kluster 2 ($10.001 \leq DWT \leq 30.000$) adalah $y = 1,1117x - 171,36$
 - kluster 3 ($30.001 \leq DWT \leq 40.000$) adalah $y = 0,9738x + 41,733$
 - kluster 4 ($DWT \leq 40.000$) adalah $y = 0,6684x + 581,74$.
3. Dari skenario yang telah dijalankan dapat disimpulkan alternatif terbaik untuk mengurangi *demurrage* secara keseluruhan menggunakan skenario 3 yaitu dengan menambah alat, rata-rata penurunan total *demurrage* mencapai 1,7 ribu jam per bulannya. Begitu juga dengan masing-masing ukuran kapal yang sudah dikelompokkan, rata-rata penurunan demurrage untuk kluster 1 sebesar 1,1 ribu jam, kluster 2 mengalami rata-rata kenaikan sebesar 180 jam, kluster 3 mengalami rata-rata penurunan sebesar 250 jam, sedangkan kluster 4 mengalami penurunan 260 jam.

6.2 Saran

Berdasarkan penulis selama pengerjaan penelitian ini terdapat beberapa saran yang dapat digunakan untuk penelitian lebih lanjut. Hal-hal tersebut antara lain:

1. Perlu memperhatikan jam kerja dan hari kerja efektif pelabuhan untuk memperoleh waktu demurrage yang lebih akurat
2. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan memperhatikan pengaruh aspek darat saat bongkar muat dan perhitungan biayanya
3. Penelitian selanjutnya juga bisa membandingkan keuntungan dan kerugian dalam segi biaya jika menggunakan skenario menambah alat atau memilih membayar demurrage

DAFTAR PUSTAKA

- Aderton, P. M. (2008). *Port Management and Operations* (3rd ed.). London: Informa.
- Arijanto, P. (2009). *Analisis Investasi Pengadaan Kapal dengan Pendekatan Real Option (Studi Kasus PT.X)*. Universitas Indonesia.
- Banks, J., Carson, J. ., & Nelson, B. . (1996). *Discrete-Event System Simulation* (2nd ed.). New Jersey: Prentice Hall.
- Beth Bradley. (2012). *Commencement of Laytime: Common Pitfalls*.
- Herryandie, A., & Yusrina, P. (2007). Perbaikan Sistem Pengaturan Kapal pada Pelabuhan Muat Teluk Bayur dengan Pendekatan Simulasi, 7(1), 38–49.
- Lax, M. D. (1992). Laytime and demurrage. Recent developments. *Marine Policy*, 16(2), 118–126. doi:10.1016/0308-597X(92)90036-O
- Meersman, H., Van de Voorde, E., & Vanellander, T. (2012). Port congestion and implications to maritime logistics. *Maritime Logistics : Contemporary Issues*, 49–68. doi:doi:10.1108/9781780523415-004
- Pangemanan, S. (2015). *Perencanaan Angkutan Transportasi Barang Regional di Pelabuhan Bitung - Sulawesi Utara*.
- Romers, I. I. E. M. (2013). *Port Call Optimization in Three Oil Shipping Markets*. Erasmus University Rotterdam.
- Schofield, J. (2015). *Laytime and Demurrage* (Revised.). CRC PRESS.
- Stopford, M. (1997). *Maritime Economics second edition* (2nd ed.). London: Routledge.

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 DATA KAPAL GENERAL CARGO

LAMPIRAN 2 DATA KAPAL CURAH

LAMPIRAN 3 DISTRIBUSI KEDATANGAN KAPAL

LAMPIRAN 4 HASIL SIMULASI MODEL EKSISTING DALAM SETAHUN

LAMPIRAN 5 HASIL SIMULASI MODEL EKSISTING DALAM SETAHUN

LAMPIRAN 6 HASIL SIMULASI SKENARIO 3 DALAM SETAHUN

LAMPIRAN 7 HASIL SIMULASI MODEL EKSISTING, SKENARIO 1, SKENARIO 2, DAN SKENARIO 3

LAMPIRAN 8 MODEL SIMULASI DI ARENA

LAMPIRAN 1 DATA KAPAL GENERAL CARGO

KLUSTER 1 DERMAGA JAMRUD SELATAN

NO.	NAMA KAPAL	LOA	DWT	GT	SANDAR	TANGGAL KEGIATAN		BERANGKAT
		MTR				MULAI	SELESAI	
1	KM. BARUNA RAYA	91,00	5.432	2920	28/12/2016	28/12/2016	30/12/2016	30/12/2016
2	KM. RIAN UTAMA 2702	23,00	2.787	2144	29/12/2016	29/12/2016	31/01/2017	01/01/2017
3	KM. BUNGA MELATI VII	67,00	1163	1287	30/12/2016	30/12/2016	30/12/2017	31/12/2016
4	KM. ASIA PRIMA I	60,00	900	652	30/12/2016	30/12/2016	30/12/2016	30/12/2016
5	KM. DANDELION	72,00	1.283	1305	30/12/2016	30/12/2016	31/12/2016	31/12/2016
6	KM. MULTI PERMAI	78,00	1.999	1538	30/12/2016	30/12/2016	31/12/2016	31/12/2016
7	LCT. SUPER 98	71,00	1.054	811	02/01/2017	02/01/2017	02/01/2017	02/01/2017
8	LCT. PERMATA 1	68,00	1.093	841	04/01/2017	04/01/2017	05/01/2017	05/01/2017
9	MV. GLOVIS MADRID	190,00	43.493	33456	05/01/2017	05/01/2017	09/01/2017	10/01/2017
10	KM. ANUGERAH BUANA VIII	95,00	5.200	3884	05/01/2017	05/01/2017	06/01/2017	06/01/2017
11	MV. HANGLIMA	95,00	5.318	3884	05/01/2017	05/01/2017	06/01/2017	07/01/2017
12	LCT. SUPER 99	60,00	722	555	05/01/2017	06/01/2017	06/01/2017	07/01/2017
13	KM. KARYA CITRA 8	91,00	3.448	2345	06/01/2017	06/01/2017	06/01/2017	07/01/2017
14	LCT. TRANSINDO III	60,00	645	496	06/01/2017	06/01/2017	06/01/2017	06/01/2017
15	LCT. AYU 58	59,00	607	467	06/01/2017	06/01/2017	06/01/2017	06/01/2017
16	BG. SMS 03	95,00	4.078	3137	08/01/2017	08/01/2017	10/01/2017	10/01/2017
17	MV. XIE-RONG 11	97,50	6993	5543	09/01/2017	09/01/2017	10/01/2017	10/01/2017
18	KM. KINTAMANI	80,00	2.671	1858	10/01/2017	10/01/2017	10/01/2017	10/01/2017
19	KM. KINTAMANI	80,00	2.671	1858	10/01/2017	10/01/2017	12/01/2017	12/01/2017
20	KM. BUNGA TERATAI XXV	67,00	1.600	1244	10/01/2017	10/01/2017	11/01/2017	11/01/2017
21	KM. GRAHA ANGKASA II	68,00	823	1064	11/01/2017	11/01/2017	15/01/2017	15/01/2017
22	MV. THAI BINH 01	136,40	13.298	8216	11/01/2017	11/01/2017	15/01/2017	15/01/2017
23	KM. INTAN DAYA 88	90,00	4.537	2992	13/01/2017	13/01/2017	14/01/2017	14/01/2017
24	KM. LOTUS 07	59,00	699	663	13/01/2017	13/01/2017	14/01/2017	14/01/2017
25	MV. PELAGIANI	175,60	35313	21059	13/01/2017	13/01/2017	16/01/2017	16/01/2017
26	MV. VINASHIP OCEAN	121,80	12.367	7110	14/01/2017	15/01/2017	21/01/2017	21/01/2017
27	KM. MULTI PERMAI	78,00	1.999	1538	15/01/2017	15/01/2017	16/01/2017	16/01/2017
28	TK. SELAMAT 9	91,00	5.379	3107	16/01/2017	16/01/2017	18/01/2017	18/01/2017
29	KM. MULTI PRIMA I	58,00	632	678	17/01/2017	17/01/2017	17/01/2017	18/01/2017
30	KM. MAXIMUS 999	108,00	5.856	3619	17/01/2017	18/01/2017	21/01/2017	21/01/2017
31	KM. INTAN DAYA 12	98,00	7.500	5303	18/01/2017	18/01/2017	19/01/2017	20/01/2017
32	KM. SURYA PESONA	85,00	2784	1969	18/01/2017	18/01/2017	22/01/2017	22/01/2017
33	KM. CARAKA JAYA NIAGA III-14	98,00	3.650	3257	20/01/2017	20/01/2017	22/01/2017	22/01/2017
34	KM. BUNGA MELATI VII	67,00	1.163	1287	20/01/2017	20/01/2017	21/01/2017	21/01/2017
35	KM. TARUNA PUTRA IX	80,00	1.581	1257	21/01/2017	21/01/2017	23/01/2017	23/01/2017
36	KM. XU YEN A-18	80,00	2.079	1599	21/01/2017	21/01/2017	23/01/2017	24/01/2017
37	LCT. LAS 2	78,00	1.440	1108	22/01/2017	22/01/2017	23/01/2017	23/01/2017
38	KM. SERENITY	98,00	1.750	3113	24/01/2017	24/01/2017	25/01/2017	25/01/2017
39	TB. SEACOVE NOBLE	45,00	970	499	24/01/2017	24/01/2017	24/01/2017	24/01/2017
40	KM. DANDELION	70,00	1.283	1305	24/01/2017	24/01/2017	25/01/2017	25/01/2017
41	LCT. LAS 2	78,00	1.440	1108	24/01/2017	24/01/2017	25/01/2017	25/01/2017
42	KM. BINA MAKMUR	57,00	1.370	1054	25/01/2017	25/01/2017	27/01/2017	27/01/2017
43	LCT. AYU 18	43,00	631	485	25/01/2017	25/01/2017	25/01/2017	25/01/2017
44	KM. INTAN DAYA 7	93,00	5.768	4437	26/01/2017	26/01/2017	28/01/2017	28/01/2017
45	TK. SAMUDERA AGUNG 168	23,00	1.366	1051	27/01/2017	27/01/2017	27/01/2017	27/01/2017
46	KM. SINAR KUDUS	113,22	10.032	7717	29/01/2017	29/01/2017	31/01/2017	31/01/2017
47	MV. ISA WINTER	121,80	9.289	7145	29/01/2017	29/01/2017	04/02/2017	04/02/2017

KLUSTER 2 DERMAGA JAMRUD SELATAN

NO.	NAMA KAPAL	LOA	DWT	GT	SANDAR	TANGGAL KEGIATAN		BERANGKAT
		MTR				MULAI	SELESAI	
1	MV. AP STON	190,00	57.239	31598	29/01/2017	29/01/2017	02/02/2017	02/02/2017
2	KM. AMRTA VII	109,00	7.018	5753	29/01/2017	29/01/2017	07/02/2017	07/02/2017
3	KM. IS NO 5	58,00	700	669	30/01/2017	30/01/2017	02/02/2017	03/02/2017
4	KM. BUNGA TERATAI XXV	22,00	2.088	1274	01/02/2017	01/02/2017	01/02/2017	02/02/2017
5	MV. ANUGERAH BUANA VIII	85,00	2.851	2193	03/02/2017	03/02/2017	04/02/2017	04/02/2017
6	KM. MULTI PERMAI	78,00	1.540	1538	03/02/2017	03/02/2017	04/02/2017	04/02/2017
7	LCT. CAHAYA DANAREZA	50,00	468	360	04/02/2017	04/02/2017	04/02/2017	04/02/2017
8	KM. INTAN DAYA 10	98,00	8.135	5782	04/02/2017	04/02/2017	05/02/2017	05/02/2017
9	KM. INTAN DAYA 4	90,00	4.593	2992	05/02/2017	05/02/2017	06/02/2017	07/02/2017
10	KM. INTAN DAYA 12	98,00	7.500	5492	07/02/2017	07/02/2017	09/02/2017	09/02/2017
11	KM. FU EN 7	78,00	2.064	1588	07/02/2017	07/02/2017	10/02/2017	11/02/2017
12	KM. ATLANTIS	55,00	699	663	07/02/2017	08/02/2017	08/02/2017	08/02/2017
13	TK. SMS 233	92,00	1.864	1434	08/02/2017	08/02/2017	10/02/2017	11/02/2017
14	KM. INTAN DAYA 88	89,88	5.331	2992	09/02/2017	10/02/2017	10/02/2017	11/02/2017
15	KM. BUNGA MELATI VII	67,00	1.163	1274	11/02/2017	11/02/2017	11/02/2017	11/02/2017
16	TK. SELAMAT 10	92,00	269	207	11/02/2017	11/02/2017	13/02/2017	13/02/2017
17	MT. MAERSK BORNEO	120,00	37.811	29085	12/02/2017	13/02/2017	15/02/2017	15/02/2017
18	KM. BARUNA MAJU	100,00	5.420	2920	13/02/2017	13/02/2017	14/02/2017	14/02/2017
19	TK. PACIFIC STAR 24	91,44	4.219	3245	14/02/2017	14/02/2017	16/02/2017	16/02/2017
20	KM. HANGLIMA	95,00	5.318	3884	14/02/2017	14/02/2017	15/02/2017	15/02/2017
21	MT. NEELAMBARI	128,90	13.103	8625	16/02/2017	16/02/2017	17/02/2017	17/02/2017
22	MV. SIMFONI SEJATI	115,40	8.477	8132	16/02/2017	16/02/2017	23/02/2017	23/02/2017
23	MV. SINAR KUDUS	114,00	8.911	7717	16/02/2017	16/02/2017	18/02/2017	18/02/2017
24	MV. DONG AN	98,17	7.091	7091	17/02/2017	17/02/2017	20/02/2017	20/02/2017
25	TK. SMS 303	91,52	4.078	3137	19/02/2017	19/02/2017	21/02/2017	21/02/2017
26	KM. INTAN DAYA 7	99,00	7.000	4437	21/02/2017	21/02/2017	22/02/2017	22/02/2017
27	KM GRAHA ANGKASA	68,00	823	1064	22/02/2017	22/02/2017	24/02/2017	24/02/2017
28	KM ANUGERAH BUANA VII	97,80	3.246	2497	22/02/2017	22/02/2017	23/02/2017	23/02/2017
29	KM BUNGA MELATI VII	64,50	1.163	1274	23/02/2017	23/02/2017	23/02/2017	24/02/2017
30	KM GRAHA ANGKASA	68,00	823	1064	24/02/2017	24/02/2017	27/02/2017	27/02/2017
31	MV. ISA GLORY	160,00	23.796	14286	24/02/2017	24/02/2017	26/02/2017	26/02/2017
32	KM. BUNGA TERATAI XXV	64,70	2.088	1274	27/02/2017	27/02/2017	27/02/2017	28/02/2017

KLUSTER 3 DERMAGA JAMRUD SELATAN

NO.	NAMA KAPAL	LOA	DWT	GT	SANDAR	TANGGAL KEGIATAN		BERANGKAT
		MTR				MULAI	SELESAI	
1	2	3	4	5	07/01/1900	08/01/1900	09/01/1900	10/01/1900
1	KM SURPLUS	98,17	7.277	5598	23/02/2017	23/02/2017	05/03/2017	05/03/2017
1	KM. INTAN DAYA4	89,80	4.593	2992	28/02/2017	28/02/2017	01/03/2017	01/03/2017
2	KM. INTAN DAYA88	90,00	3.890	2992	01/03/2017	01/03/2017	02/03/2017	02/03/2017
1	LCT. AYU 188	67,00	2.200	1031	01/03/2017	01/03/2017	01/03/2017	01/03/2017
2	MV XIN BO LIN	180,00	32.650	21744	02/03/2017	02/03/2017	02/03/2017	02/03/2017
2	KM. BERKAH LESTARI	116,00	7.921	4833	02/03/2017	02/03/2017	11/03/2017	11/03/2017
3	KM. BUNGA TERATAI XXV	65,00	2.088	1244	03/03/2017	03/03/2017	03/03/2017	03/03/2017
4	LCT AYU 18	56,00	600	486	03/03/2017	03/03/2017	03/03/2017	03/03/2017
1	MT. HAMDAN 1	80,00	3.637	2798	08/03/2017	09/03/2017	11/03/2017	11/03/2017
7	LCT. SURYAAGUNG 2		586	451	08/03/2017	08/03/2017	08/03/2017	08/03/2017
1	MV. PRINCESS	110,67	9.663	7433	10/03/2017	10/03/2017	14/03/2017	14/03/2017
3	KM. MEGAH SATU	83,00	3.292	2426	11/03/2017	11/03/2017	16/03/2017	16/03/2017
3	TK. SINAR LESTARI 368	28,05	334	257	11/03/2017	11/03/2017	13/03/2017	13/03/2017
5	KM. BUNGAMELATI VII	64,50	1.163	1274	11/03/2017	11/03/2017	11/03/2017	12/03/2017
6	KM. BAHAGIA SEJAHTERA	75,00	545	419	11/03/2017	11/03/2017	12/03/2017	12/03/2017
4	TK. PSB 3008	26,00	0		13/03/2017	13/03/2017	15/03/2017	15/03/2017
8	KM. SURYA EXPRESS	70,00	1.786	1374	14/03/2017	14/03/2017	15/03/2017	15/03/2017
5	KM. INTAN DAYA7	99,00	7.000	4437	15/03/2017	15/03/2017	16/03/2017	16/03/2017
2	KM. THAI BINH 35	80,00	3.040	1660	16/03/2017	16/03/2017	18/03/2017	18/03/2017
6	TK. SELAMAT 10	92,00	4.034	3103	16/03/2017	16/03/2017	18/03/2017	18/03/2017
9	KM. BUNGA TERATAI XXV	67,00	2.088	1244	18/03/2017	18/03/2017	18/03/2017	18/03/2017
7	KM. INTAN DAYA10		8.135	8135	18/03/2017	18/03/2017	19/03/2017	19/03/2017
8	KM. INTAN DAYA88	90,00	3.890	2992	20/03/2017	20/03/2017	21/03/2017	21/03/2017
10	KM. IS NO 5	58,00	700	669	20/03/2017	20/03/2017	25/03/2017	25/03/2017
2	KM. BINTULU	125,00	10.332	5979	20/03/2017	21/03/2017	22/03/2017	22/03/2017
12	KM. CIPTA SARANA	52,55	700	651	21/03/2017	21/03/2017	21/03/2017	21/03/2017
11	LCT. AYU 168	71,23	991	762	21/03/2017	21/03/2017	22/03/2017	22/03/2017
13	KM. MULTI KARYA	78,00	1.560	1496	22/03/2017	22/03/2017	23/03/2017	23/03/2017
14	KM. EL NO 3	45,01	370	402	23/03/2017	23/03/2017	23/03/2017	23/03/2017
15	MV. TRESNAWATI	84,34	4.122	2872	23/03/2017	23/03/2017	24/03/2017	24/03/2017
9	KM. KARYA CITRA 8	90,58	3.448	2345	24/03/2017	24/03/2017	25/03/2017	25/03/2017
16	LCT. KARYA SAMUDERA INDAH	60,00	500	405	24/03/2017	24/03/2017	24/03/2017	24/03/2017
17	KM. BUNGAMELATI VII	67,00	1.163	1274	25/03/2017	25/03/2017	25/03/2017	26/03/2017
10	KM. INTAN DAYA4	89,80	4.593	2992	25/03/2017	25/03/2017	26/03/2017	26/03/2017
18	LCT. MEKAR SEJATI	56,00	832	640	25/03/2017	26/03/2017	26/03/2017	26/03/2017
19	MV. HENG STAR	76,00	2.599	1491	27/03/2017	27/03/2017	30/03/2017	30/03/2017
20	TK. ADIPUTRAPASIFIC	67,00	1.689	1299	27/03/2017	28/03/2017	28/03/2017	28/03/2017
22	MV. GRESIK NIAGA	75,00	1.583	1347	29/03/2017	29/03/2017	30/03/2017	30/03/2017
21	KM. MULTI PERMAI	78,00	1.540	1538	29/03/2017	29/03/2017	30/03/2017	30/03/2017

LAMPIRAN 2 DATA KAPAL CURAH

KLUSTER 1 DERMAGA JAMRUD UTARA DAN JAMRUD BARAT

NO.	NAMA KAPAL	LOA	DWT	GRT	SANDAR	TANGGAL KEGIATAN		BERANGKAT
		MTR	TON			MULAI	SELESAI	
1	CAT TUONG VICTORY	106,0	6.929	4.264	26/12/2016	26/12/2016	04/01/2017	04/01/2017
2	DUX BENEFIT	190,0	46.638	27.011	27/12/2016	27/12/2016	01/01/2017	01/01/2017
3	STENAWECO EXCELLENCE	183,0	49.737	29.429	29/12/2016	29/12/2016	04/01/2017	04/01/2017
4	STENAWECO EXCELLENCE	183,0	49.737	29.429	29/12/2016	29/12/2016	04/01/2017	04/01/2017
5	STENAWECO EXCELLENCE	183,0	49.737	29.429	29/12/2016	29/12/2016	04/01/2017	04/01/2017
6	FLIPPER	225,0	73.726	38.364	31/12/2016	31/12/2016	03/01/2017	04/01/2017
7	LEGAZPI	128,0	14.316	9.981	02/01/2017	02/01/2017	02/01/2017	02/01/2017
8	BBC NILE	143,0	16.991	12.980	02/01/2017	02/01/2017	03/01/2017	03/01/2017
9	MY TINH	134,0	10.938	8.414	02/01/2017	03/01/2017	09/01/2017	10/01/2017
10	FLOURISH OCEAN	113,0	10.065	7.463	03/01/2017	03/01/2017	07/01/2017	07/01/2017
11	WESTERN CORONEL	171,0	37.084	22.871	04/01/2017	04/01/2017	07/01/2017	07/01/2017
12	KIRAN AFRICA	229,0	79.105	43.439	05/01/2017	09/01/2017	10/01/2017	10/01/2017
13	BULK COSTARICA	197,0	58.758	33.232	06/01/2017	06/01/2017	08/01/2017	08/01/2017
14	ALPHA VISION	229,0	81.254	43.721	08/01/2017	08/01/2017	11/01/2017	11/01/2017
15	PASIFIC ACE	134,0	59.840	35.297	10/01/2017	10/01/2017	14/01/2017	15/01/2017
16	PASIFIC ACE	134,0	59.840	35.297	10/01/2017	10/01/2017	15/01/2017	15/01/2017
17	NEW LUCKY	105,0	9.034	7.727	10/01/2017	10/01/2017	11/01/2017	11/01/2017
18	VIGOR SW	177,0	32.228	20.236	11/01/2017	11/01/2017	12/01/2017	12/01/2017
19	VIGOR SW	177,0	32.228	20.236	11/01/2017	11/01/2017	12/01/2017	12/01/2017
20	GALIO	229,0	81.404	43.990	11/01/2017	13/01/2017	16/01/2017	16/01/2017
21	SELINDA	180,0	34.236	24.341	12/01/2017	12/01/2017	16/01/2017	16/01/2017
22	LIBERTY ISLAND	178,0	37.218	22.853	14/01/2017	15/01/2017	15/01/2017	15/01/2017
23	NIKI C	176,0	29.974	18.722	16/01/2017	16/01/2017	18/01/2017	18/01/2017
24	PANASIATIC	223,0	82.962	42.898	16/01/2017	16/01/2017	22/01/2017	22/01/2017
25	DORIC SPIRIT	190,0	52.428	30.174	16/01/2017	16/01/2017	19/01/2017	19/01/2017
26	YARRAWONGA	229,0	82.624	43.152	19/01/2017	19/01/2017	21/01/2017	25/01/2017
27	CSC RUI HAI	125,0	12.497	10.817	19/01/2017	19/01/2017	20/01/2017	21/01/2017
28	PENYUAN	119,0	7.543	4.996	19/01/2017	19/01/2017	21/01/2017	21/01/2017
29	FENG ZHI BAO	101,0	8.679	6.264	21/01/2017	21/01/2017	24/01/2017	24/01/2017
30	STAR HIDRA	198,0	46.547	32.744	22/01/2017	22/01/2017	23/01/2017	23/01/2017
31	FORTUNE ISLAND	97,0	6.243	4.736	23/01/2017	23/01/2017	24/01/2017	24/01/2017
32	FORTUNE ISLAND	97,0	6.243	4.736	23/01/2017	24/01/2017	25/01/2017	24/01/2017
33	NORDISLE	122,0	12.810	8.278	24/01/2017	25/01/2017	28/01/2017	28/01/2017
34	GALINI	190,0	56.015	31.260	25/01/2017	27/01/2017	31/01/2017	31/01/2017
35	GALINI	190,0	56.015	31.260	25/01/2017	25/01/2017	31/01/2017	31/01/2017
36	TAN BINH 39	158,0	23.956	15.438	25/01/2017	26/01/2017	30/01/2017	30/01/2017
37	OCEAN WEALTH	180,0	38.243	23.264	26/01/2017	26/01/2017	29/01/2017	29/01/2017
38	ROYAL PESCADORES	149,0	18.369	11.246	29/01/2017	29/01/2017	31/01/2017	31/01/2017
39	ROYAL PESCADORES	149,0	18.369	11.246	29/01/2017	29/01/2017	29/01/2017	31/01/2017

KLUSTER 2 DERMAGA JAMRUD UTARA DAN JAMRUD BARAT

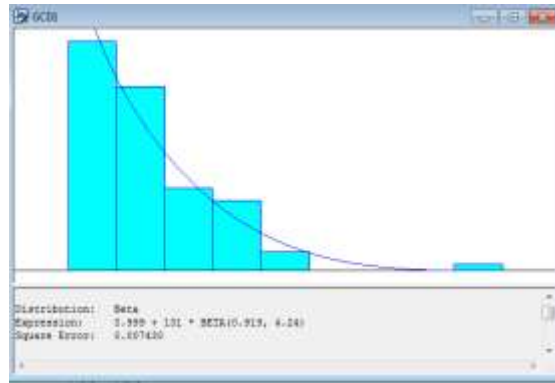
NO.	NAMA KAPAL	LOA (METER)	DWT TON	GRT	SANDAR	TANGGAL KEGIATAN		BERANGKAT
						MULAI	SELESAI	
1	BERKAH 36	174,0	33.000	17.265	24/01/2017	25/01/2017	01/02/2017	01/02/2017
2	BBC GANGES	145,0	16.943	12.974	29/01/2017	29/01/2017	02/02/2017	02/02/2017
3	GOLDEN AVENUE	118,0	9.224	6.149	31/01/2017	01/02/2017	01/02/2017	01/02/2017
4	ISALUCKY	167,0	26.650	15.763	01/02/2017	01/02/2017	06/02/2017	06/02/2017
5	SHANDONG HAI XING	225,0	75.491	41.605	02/02/2017	02/02/2017	06/02/2017	06/02/2017
6	HAI WANG XING	117,0	9.106	7.460	02/02/2017	02/02/2017	02/02/2017	03/02/2017
7	FAIRPARTNER	144,0	11.350	15.022	03/02/2017	03/02/2017	04/02/2017	04/02/2017
8	VENTURE SW	128,0	12.614	7.271	05/02/2017	05/02/2017	05/02/2017	05/02/2017
9	ADFINES NORTH	190,0	51.522	39.632	05/02/2017	06/02/2017	07/02/2017	07/02/2017
10	NIKI SEJAHTERA	122,0	6.642	5.109	05/02/2017	05/02/2017	05/02/2017	05/02/2017
11	HUI FENG SHANGHAI	124,0	9.794	8.889	06/02/2017	06/02/2017	08/02/2017	08/02/2017
12	YANGTZE JEWEL	200,0	63.212	36.365	06/02/2017	06/02/2017	11/02/2017	11/02/2017
13	YELLOW FIN	190,0	56.780	33.042	06/02/2017	08/02/2017	09/02/2017	09/02/2017
14	AGIOS KOSTANTINOS	218,0	76.629	39.736	08/02/2017	08/02/2017	12/02/2017	12/02/2017
15	SEABRIGHT ON	96,0	6.903	5.601	09/02/2017	09/02/2017	13/02/2017	13/02/2017
16	RYOGA	158,0	24.959	15.302	09/02/2017	09/02/2017	10/02/2017	10/02/2017
17	PUTRAJAYA	53,0	413	318	10/02/2017	10/02/2017	10/02/2017	10/02/2017
18	EASY DEVELOPMENT	118,0	8.375	6.550	10/02/2017	10/02/2017	13/02/2017	14/02/2017
19	IRONGATE	169,0	28.316	17.027	11/02/2017	11/02/2017	13/02/2017	13/02/2017
20	GRAND AMANDA	229,0	79.467	43.501	12/02/2017	12/02/2017	16/02/2017	17/02/2017
21	NORDIC AARHUS	189,0	52.068	29.499	13/02/2017	13/02/2017	19/02/2017	19/02/2017
22	SHENG WEI 18 V.1701	140,0	12.239	8.581	13/02/2017	13/02/2017	15/02/2017	15/02/2017
23	CAT TUONG VICTORY 09	106,0	5.543	4.264	14/02/2017	15/02/2017	16/02/2017	16/02/2017
24	ISALUCKY	167,0	26.650	15.763	16/02/2017	16/02/2017	21/02/2017	21/02/2017
25	NORDANA ANDREA	114,0	8.974	7.659	16/02/2017	16/02/2017	17/02/2017	17/02/2017
26	ARIKUN	112,0	8.763	5.691	17/02/2017	17/02/2017	20/02/2017	20/02/2017
27	HORIZON	180,0	44.370	23.458	17/02/2017	17/02/2017	20/02/2017	20/02/2017
28	IVS SPARROWHAWK	180,0	33.421	21.194	18/02/2017	18/02/2017	20/02/2017	20/02/2017
29	SPRING NELSON	112,0	8.499	7.100	20/02/2017	20/02/2017	21/02/2017	21/02/2017
30	ORION III	225,0	76.602	39.727	21/02/2017	21/02/2017	25/02/2017	25/02/2017
31	PASIFIC NOBLE	171,0	22.112	17.009	21/02/2017	21/02/2017	23/02/2017	23/02/2017
32	SPIRIT SEJATI	100,0	8.382	6.448	23/02/2017	23/02/2017	28/02/2017	28/02/2017
33	GLORY PIONEER	104,0	8.777	6.460	23/02/2017	23/02/2017	23/02/2017	23/02/2017
34	STAR LAGUNA	204,0	50.827	37.447	24/02/2017	24/02/2017	25/02/2017	25/02/2017
35	YU JIN ACE	132,0	17.556	11.481	24/02/2017	24/02/2017	24/02/2017	25/02/2017
36	GREAT OCEAN 3, TK	105,0	29.065	22.358	25/02/2017	25/02/2017	27/02/2017	27/02/2017

KLUSTER 3 DERMAGA JAMRUD UTARA DAN JAMRUD BARAT

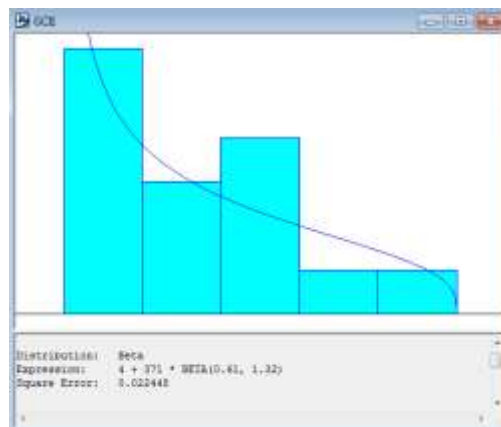
NO.	NAMA KAPAL	LOA	DWT	GRT	SANDAR	TANGGAL KEGIATAN		BERANGKAT
		MTR	TON			MULAI	SELESAI	
1	Genco Progress	173,0	29.952	18.036	25/02/2017	25/02/2017	08/03/2017	08/03/2017
2	Jin Zhou Hai	190,0	42.957	33.044	26/02/2017	26/02/2017	01/03/2017	01/03/2017
3	Navios Sphera	229,0	84.872	45.223	26/02/2017	27/02/2017	03/03/2017	03/03/2017
4	Panworld	187,0	55.675	31.763	28/02/2017	08/02/2017	03/03/2017	03/03/2017
5	Tschalkwosky	190,0	58.790	32.379	01/03/2017	01/03/2017	05/03/2017	05/03/2017
6	Darios	225,0	75.264	39.385	03/03/2017	03/03/2017	08/03/2017	08/03/2017
7	Rich Ocean 9	114,0	9.998	7.433	03/03/2017	03/03/2017	07/03/2017	07/03/2017
8	Ocean Happy	229,0	93.123	51.208	04/03/2017	04/03/2017	08/03/2017	08/03/2017
9	Tay Son 3	136,0	13.286	8.216	05/03/2017	05/03/2017	19/03/2017	09/03/2017
10	Team Oslo	129,0	13.226	8.550	08/03/2017	08/03/2017	09/03/2017	09/03/2017
11	Western Coronel	171,0	37.084	22.871	08/03/2017	08/03/2017	10/03/2017	10/03/2017
12	Giorgis	229,0	82.566	45.223	08/03/2017	09/03/2017	10/03/2017	11/03/2017
13	Nowowiejski	190,0	31.664	24.778	09/03/2017	09/03/2017	10/03/2017	10/03/2017
14	Puma99	70,0	1.873	1.441	09/03/2017	10/03/2017	10/03/2017	10/03/2017
15	Feng Zhi Bao	101,0	8.679	6.264	11/03/2017	11/03/2017	15/03/2017	15/03/2017
16	Asia Glory	100,0	16.705	6.155	11/03/2017	11/03/2017	12/03/2017	12/03/2017
17	Dong An	98,0	7.091	5.552	11/03/2017	12/03/2017	14/03/2017	14/03/2017
18	STAR GRAN	198,0	43.759	27.192	12/03/2017	13/02/2017	13/03/2017	13/03/2017
19	Amity	177,0	28.414	18.722	14/03/2017	14/03/2017	15/03/2017	15/03/2017
20	Amity	177,0	28.414	-	14/03/2017	14/03/2017	15/03/2017	15/03/2017
21	Isa Glory	160,0	23.796	14.286	14/03/2017	14/03/2017	19/03/2017	19/03/2017
22	Tian Wang Xing	122,0	9.106	7.460	15/03/2017	15/03/2017	17/03/2017	17/03/2017
23	Tian Wang Xing	122,0	9.106	-	15/03/2017	15/03/2017	17/03/2017	17/03/2017
24	Medi Manila	190,0	57.903	32.370	15/03/2017	15/03/2017	19/03/2017	19/03/2017
25	Neelembari	128,0	11.213	8.625	15/03/2017	15/03/2017	16/03/2017	16/03/2017
26	Glory Challenger	120,0	12.337	8.696	16/03/2017	16/03/2017	16/03/2017	16/03/2017
27	Vil Baltic	190,0	57.021	33.044	16/03/2017	17/03/2017	17/03/2017	17/03/2017
28	Vil Baltic	190,0	57.021	-	16/03/2017	17/03/2017	17/03/2017	17/03/2017
29	Kydonia	229,0	92.828	51.195	17/03/2017	18/03/2017	22/03/2017	22/03/2017
30	CSC Rui Hai	125,0	124.497	10.817	20/03/2017	20/03/2017	21/03/2017	21/03/2017
31	Prosperity	148,0	19.481	11.951	20/03/2017	20/03/2017	23/03/2017	23/03/2017
32	Peggyway	128,0	14.416	9.932	20/03/2017	20/03/2017	20/03/2017	20/03/2017
33	Ken Hope	180,0	31.889	19.801	21/03/2017	21/03/2017	21/03/2017	21/03/2017
34	Pac Shaula	185,0	27.244	21.164	21/03/2017	21/03/2017	27/03/2017	27/03/2017
35	Bayani	120,0	12.902	9.593	21/03/2017	21/03/2017	21/03/2017	21/03/2017
36	Intan Daya 7	93,0	5.768	4.437	22/03/2017	22/03/2017	23/03/2017	23/03/2017
37	Kitty Tide	128,0	14.284	9.962	23/03/2017	24/03/2017	24/03/2017	24/03/2017
38	Muroto	133,0	14.117	10.444	24/03/2017	24/03/2017	25/03/2017	25/03/2017
39	Ho Fong	183,0	46.762	26.218	25/03/2017	25/03/2017	30/03/2017	30/03/2017
40	Attalia	229,0	82.171	42.929	26/03/2017	26/03/2017	29/03/2017	29/03/2017
41	Bright Coral	128,0	14.288	9.965	28/03/2017	28/03/2017	29/03/2017	29/03/2017
42	SICHEM DUBAI	127,0	10.992	8.455	30/03/2017	30/03/2017	31/03/2017	31/03/2017

LAMPIRAN 3 DISTRIBUSI KEDATANGAN KAPAL

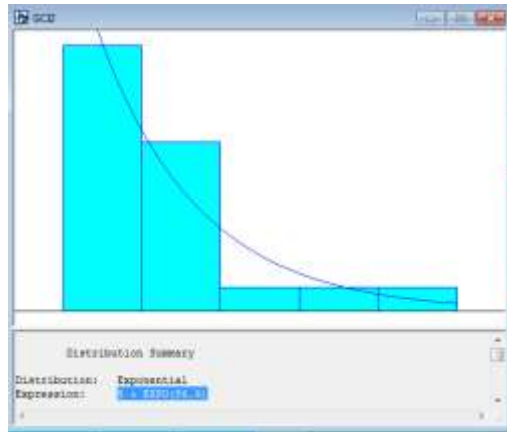
A. DISTRIBUSI KEDATANGAN KAPAL GENERAL CARGO DOMESTIK KLUSTER 1



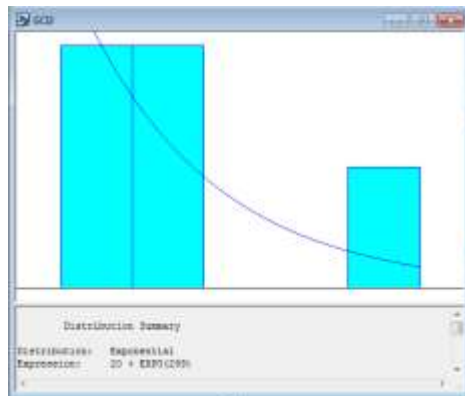
B. DISTRIBUSI KEDATANGAN KAPAL GENERAL CARGO INTERNASIONAL KLUSTER 1



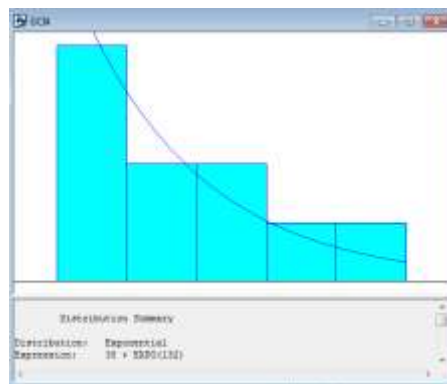
**C. DISTRIBUSI KEDATANGAN KAPAL GENERAL CARGO INTERNASIONAL
KLUSTER 2**



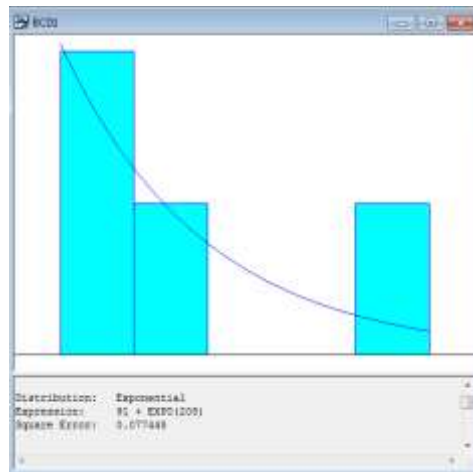
**D. DISTRIBUSI KEDATANGAN KAPAL GENERAL CARGO INTERNASIONAL
KLUSTER 3**



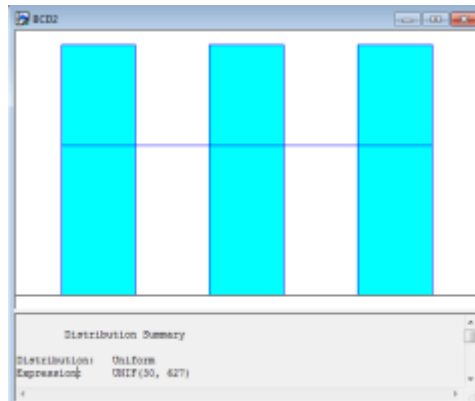
**E. DISTRIBUSI KEDATANGAN KAPAL GENERAL CARGO INTERNASIONAL
KLUSTER 4**



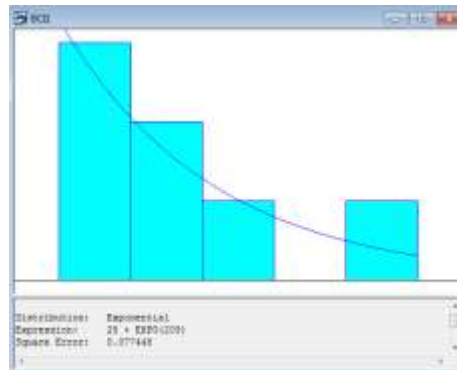
F. DISTRIBUSI KEDATANGAN KAPAL CURAH DOMESTIK KLUSTER 1



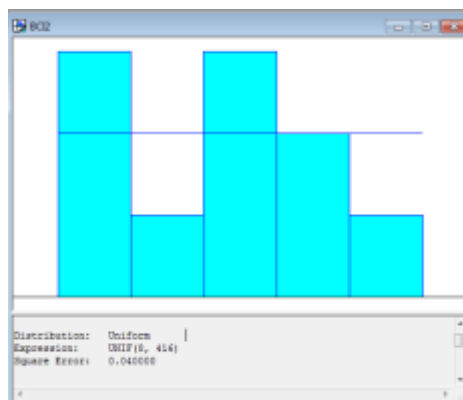
G. DISTRIBUSI KEDATANGAN KAPAL CURAH DOMESTIK KLUSTER 2



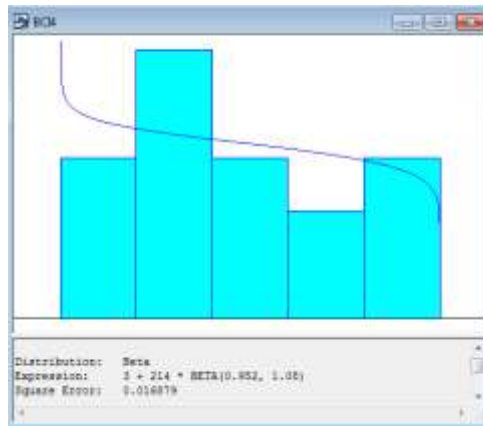
H. DISTRIBUSI KEDATANGAN KAPAL CURAH INTERNASIONAL KLUSTER 1



I. DISTRIBUSI KEDATANGAN KAPAL CURAH INTERNASIONAL KLUSTER 2



J. DISTRIBUSI KEDATANGAN KAPAL CURAH INTERNASIONAL KLUSTER 2



LAMPIRAN 4 HASIL SIMULASI MODEL EKSISTING DALAM SETAHUN

REKAPITULASI HASIL SIMULASI UNTUK WAKTU TUNGGU DAN DEMURRAGE

Bulan	JU2		JB		JS		JU1	
	WT (jam)	DEMURRAG E (jam)	WT (jam)	DEMURRAG E (jam)	WT (jam)	DEMURRAG E (jam)	WT (jam)	DEMURRAG E (jam)
1	1274,16	922,45	76,04	99,67	1718,12	1989,85	744,65	1184,46
2	1696,42	1741,50	0,00	0,00	2338,20	2502,16	2603,06	2642,98
3	1197,29	1079,91	23,43	47,94	1650,98	2129,10	1355,50	1253,02
4	1025,64	1010,48	0,00	0,00	1620,75	1835,93	2071,03	2300,23
5	380,01	311,53	0,00	0,00	3683,42	3776,00	2186,70	1977,08
6	608,77	564,94	41,01	162,65	3006,61	3200,56	24,93	-28,86
7	353,43	403,31	18,58	25,76	2445,45	2669,33	0,00	0,00
8	507,61	338,17	0,00	0,00	3252,71	3563,07	0,00	0,00
9	370,80	354,35	0,00	0,00	896,52	964,17	0,00	0,00
10	499,14	307,37	19,61	21,72	0,00	0,00	0,00	0,00
11	385,20	382,29	5,50	11,26	0,00	0,00	0,00	0,00
12	329,58	243,36	5,14	-16,01	0,00	0,00	0,00	0,00

REKAPITULASI HASIL SIMULASI PER DERMAGA KLUSTER 1 SELAMA SATU TAHUN

Bulan	JU2		JB		JS		JU1		TOTAL	
	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE
1	948,97	926,14	38,02	58,41	1196,63	1147,56	203,71	293,43	2387,33	2425,54
2	1696,42	1741,50	0,00	0,00	1599,93	1639,77	1023,38	1173,93	4319,73	4555,20
3	1064,10	946,98	5,31	17,24	475,27	599,16	514,02	444,56	2058,70	2007,93
4	862,34	876,06	0,00	0,00	841,94	809,09	804,98	1016,74	2509,25	2701,89
5	190,24	138,05	0,00	0,00	3145,37	3018,28	1002,24	1220,39	4337,85	4376,72
6	257,85	62,89	9,88	26,08	1506,42	1528,24	1250,25	1230,45	3024,40	2847,67
7	353,43	403,31	0,00	0,00	1442,67	1435,52	1752,11	2242,83	3548,21	4081,66
8	507,61	338,17	0,00	0,00	2638,98	2744,55	2170,89	2491,85	5317,48	5574,57
9	370,80	354,35	0,00	0,00	1330,82	1387,34	1415,70	1744,77	3117,32	3486,46
10	499,14	307,37	0,00	0,00	1042,10	1175,83	1301,97	1605,04	2843,21	3088,24
11	385,20	382,29	0,00	0,00	1886,02	1878,57	1872,83	1836,72	4144,04	4097,58
12	329,58	243,36	5,14	-16,01	1328,29	1340,04	1615,83	1586,76	3278,84	3154,15
total	7465,68	6720,47	58,36	85,72	18434,43	18703,96	14927,89	16887,46	40886,36	42397,61

REKAPITULASI HASIL SIMULASI PER DERMAGA KLUSTER 2 SELAMA SATU TAHUN

Bulan	JU2		JB		JS		JU1		TOTAL	
	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE
1	163,32	-44,28	38,02	41,26	521,49	643,44	150,51	135,28	873,35	775,70
2	0,00	0,00	0,00	0,00	264,23	293,97	743,67	637,06	1007,90	931,03
3	133,19	132,93	18,12	30,70	370,20	507,18	323,30	-120,70	844,81	550,11
4	163,30	134,42	0,00	0,00	235,06	318,66	361,25	223,20	759,61	676,28
5	0,00	0,00	0,00	0,00	278,56	449,54	457,22	344,14	735,78	793,68
6	0,00	0,00	30,21	17,69	781,20	902,04	747,41	694,32	1558,83	1614,05
7	0,00	0,00	18,58	25,76	259,79	325,42	329,12	-25,30	607,50	325,89
8	0,00	0,00	0,00	0,00	422,65	536,08	1210,19	943,66	1632,84	1479,74
9	0,00	0,00	0,00	0,00	757,86	873,40	289,56	232,30	1047,42	1105,70
10	0,00	0,00	0,00	0,00	828,71	1097,08	520,97	191,94	1349,68	1289,02
11	0,00	0,00	0,00	0,00	8,27	119,14	372,67	195,30	380,94	314,44
12	0,00	0,00	0,00	0,00	461,63	708,00	745,88	727,48	1207,51	1435,48
	459,81	223,07	104,93	115,41	5189,67	6773,96	6251,76	4178,68	12006,17	11291,12

REKAPITULASI HASIL SIMULASI PER DERMAGA KLUSTER 3 SELAMA SATU TAHUN

Bulan	JU2		JB		JS		JU1		TOTAL	
	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE
1	161,87	40,59	0,00	0,00	0,00	60,22	174,33	215,74	336,19	316,55
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,87	494,44	353,48	494,44	340,61
3	0,00	0,00	0,00	0,00	331,21	333,29	199,65	341,73	530,86	675,02
4	0,00	0,00	0,00	0,00	92,50	12,99	277,60	343,68	370,10	356,68
5	0,00	0,00	0,00	0,00	184,55	164,70	446,78	343,62	631,33	508,32
6	0,00	0,00	0,00	0,00	133,78	62,57	536,61	677,86	670,38	740,43
7	0,00	0,00	0,00	0,00	361,17	415,88	446,40	516,15	807,57	932,04
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	297,19	275,43	297,19	275,43
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	53,54	518,65	677,53	518,65	731,08
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	501,53	676,91	501,53	676,91
11	0,00	0,00	0,00	0,00	211,98	270,50	847,94	723,06	1059,92	993,56
12	0,00	0,00	0,00	0,00	209,20	222,62	582,63	558,03	791,83	780,65
	161,87	40,59	0,00	0,00	1524,39	1583,44	5323,75	5703,23	7010,00	7327,26

R EKAPITULASI HASIL SIMULASI PER DERMAGA KLUSTER 4 SELAMA SATU TAHUN

Bulan	JU2		JB		JS		JU1		TOTAL	
	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	138,62	358,51	899,22	358,51	1037,85
2	0,00	0,00	0,00	0,00	474,05	581,30	341,56	478,51	815,61	1059,80
3	0,00	0,00	0,00	0,00	474,30	689,47	318,54	587,43	792,84	1276,90
4	0,00	0,00	0,00	0,00	451,25	695,19	627,20	716,61	1078,45	1411,80
5	189,78	173,48	0,00	0,00	74,94	143,48	280,46	68,93	545,17	385,88
6	350,93	502,05	0,92	118,88	585,20	707,71	469,18	115,96	1406,23	1444,60
7	0,00	0,00	0,00	0,00	381,80	492,51	803,17	516,97	1184,97	1009,48
8	0,00	0,00	0,00	0,00	191,08	282,45	664,67	913,49	855,75	1195,93
9	0,00	0,00	0,00	0,00	420,26	517,81	505,84	867,32	926,10	1385,13
10	0,00	0,00	19,61	21,72	488,07	623,92	241,49	450,05	749,18	1095,69
11	0,00	0,00	5,50	11,26	499,13	596,08	632,98	819,17	1137,61	1426,51
12	0,00	0,00	0,00	0,00	488,87	545,75	540,52	977,33	1029,39	1523,08
	540,70	675,53	26,04	151,86	4528,95	6014,28	5784,11	7411,00	10879,81	14252,66

HASIL SIMULASI PER DERMAGA KLUSTER 1 SKENARIO 1

Bulan	JU2		JB		JS		JU1		TOTAL	
	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE
1	948,97	926,14	38,02	58,41	1196,63	1147,56	203,71	293,43	2387,33	2425,54
2	1696,42	1741,50	0,00	0,00	1599,93	1639,77	1023,38	1173,93	4319,73	4555,20
3	1064,10	946,98	5,31	17,24	475,27	599,16	514,02	444,56	2058,70	2007,93
4	862,34	876,06	0,00	0,00	841,94	809,09	804,98	1016,74	2509,25	2701,89
5	190,24	138,05	0,00	0,00	3145,37	3018,28	1002,24	1220,39	4337,85	4376,72
6	257,85	62,89	9,88	26,08	1506,42	1528,24	1250,25	1230,45	3024,40	2847,67
7	353,43	403,31	0,00	0,00	1442,67	1435,52	1752,11	2242,83	3548,21	4081,66
8	507,61	338,17	0,00	0,00	2638,98	2744,55	2170,89	2491,85	5317,48	5574,57
9	370,80	354,35	0,00	0,00	1330,82	1387,34	1415,70	1744,77	3117,32	3486,46
10	499,14	307,37	0,00	0,00	1042,10	1175,83	1301,97	1605,04	2843,21	3088,24
11	385,20	382,29	0,00	0,00	1886,02	1878,57	1872,83	1836,72	4144,04	4097,58
12	329,58	243,36	5,14	-16,01	1328,29	1340,04	1615,83	1586,76	3278,84	3154,15
total	7465,68	6720,47	58,36	85,72	18434,43	18703,96	14927,89	16887,46	40886,36	42397,61

HASIL SIMULASI PER DERMAGA KLUSTER 2 SKENARIO 1

Bulan	JU2		JB		JS		JU1		TOTAL	
	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE
1	163,32	-44,28	38,02	41,26	521,49	643,44	150,51	135,28	873,35	775,70
2	0,00	0,00	0,00	0,00	264,23	293,97	743,67	637,06	1007,90	931,03
3	133,19	132,93	18,12	30,70	370,20	507,18	323,30	-120,70	844,81	550,11
4	163,30	134,42	0,00	0,00	235,06	318,66	361,25	223,20	759,61	676,28
5	0,00	0,00	0,00	0,00	278,56	449,54	457,22	344,14	735,78	793,68
6	0,00	0,00	30,21	17,69	781,20	902,04	747,41	694,32	1558,83	1614,05
7	0,00	0,00	18,58	25,76	259,79	325,42	329,12	-25,30	607,50	325,89
8	0,00	0,00	0,00	0,00	422,65	536,08	1210,19	943,66	1632,84	1479,74
9	0,00	0,00	0,00	0,00	757,86	873,40	289,56	232,30	1047,42	1105,70
10	0,00	0,00	0,00	0,00	828,71	1097,08	520,97	191,94	1349,68	1289,02
11	0,00	0,00	0,00	0,00	8,27	119,14	372,67	195,30	380,94	314,44
12	0,00	0,00	0,00	0,00	461,63	708,00	745,88	727,48	1207,51	1435,48
	459,81	223,07	104,93	115,41	5189,67	6773,96	6251,76	4178,68	12006,17	11291,12

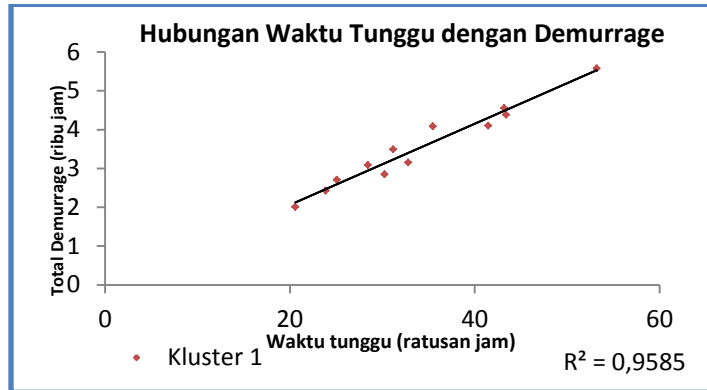
HASIL SIMULASI PER DERMAGA KLUSTER 3 SKENARIO 1

Bulan	JU2		JB		JS		JU1		TOTAL	
	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE
1	161,87	40,59	0,00	0,00	0,00	60,22	174,33	215,74	336,19	316,55
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,87	494,44	353,48	494,44	340,61
3	0,00	0,00	0,00	0,00	331,21	333,29	199,65	341,73	530,86	675,02
4	0,00	0,00	0,00	0,00	92,50	12,99	277,60	343,68	370,10	356,68
5	0,00	0,00	0,00	0,00	184,55	164,70	446,78	343,62	631,33	508,32
6	0,00	0,00	0,00	0,00	133,78	62,57	536,61	677,86	670,38	740,43
7	0,00	0,00	0,00	0,00	361,17	415,88	446,40	516,15	807,57	932,04
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	297,19	275,43	297,19	275,43
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	53,54	518,65	677,53	518,65	731,08
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	501,53	676,91	501,53	676,91
11	0,00	0,00	0,00	0,00	211,98	270,50	847,94	723,06	1059,92	993,56
12	0,00	0,00	0,00	0,00	209,20	222,62	582,63	558,03	791,83	780,65
	161,87	40,59	0,00	0,00	1524,39	1583,44	5323,75	5703,23	7010,00	7327,26

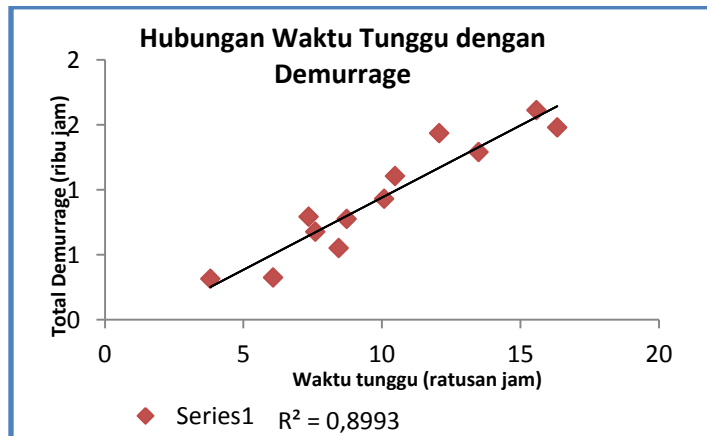
HASIL SIMULASI PER DERMAGA KLUSTER 4 SKENARIO 1

Bulan	JU2		JB		JS		JU1		TOTAL	
	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	138,62	358,51	899,22	358,51	1037,85
2	0,00	0,00	0,00	0,00	474,05	581,30	341,56	478,51	815,61	1059,80
3	0,00	0,00	0,00	0,00	474,30	689,47	318,54	587,43	792,84	1276,90
4	0,00	0,00	0,00	0,00	451,25	695,19	627,20	716,61	1078,45	1411,80
5	189,78	173,48	0,00	0,00	74,94	143,48	280,46	68,93	545,17	385,88
6	350,93	502,05	0,92	118,88	585,20	707,71	469,18	115,96	1406,23	1444,60
7	0,00	0,00	0,00	0,00	381,80	492,51	803,17	516,97	1184,97	1009,48
8	0,00	0,00	0,00	0,00	191,08	282,45	664,67	913,49	855,75	1195,93
9	0,00	0,00	0,00	0,00	420,26	517,81	505,84	867,32	926,10	1385,13
10	0,00	0,00	19,61	21,72	488,07	623,92	241,49	450,05	749,18	1095,69
11	0,00	0,00	5,50	11,26	499,13	596,08	632,98	819,17	1137,61	1426,51
12	0,00	0,00	0,00	0,00	488,87	545,75	540,52	977,33	1029,39	1523,08
	540,70	675,53	26,04	151,86	4528,95	6014,28	5784,11	7411,00	10879,81	14252,66

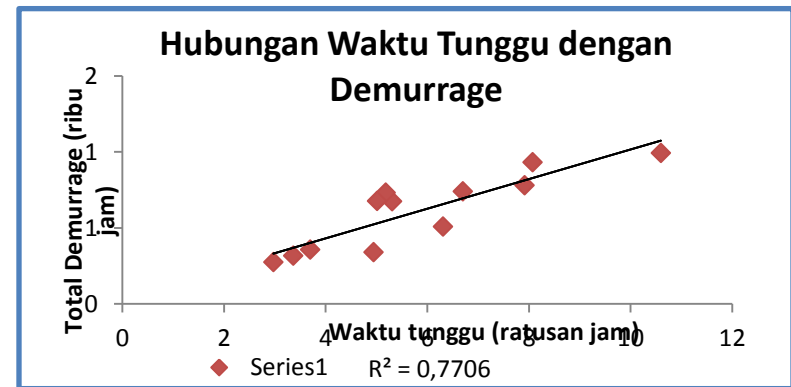
A. HUBUNGAN WAKTU TUNGGU DENGAN DEMURRAGE KLUSTER 1 MODEL EKSISTING



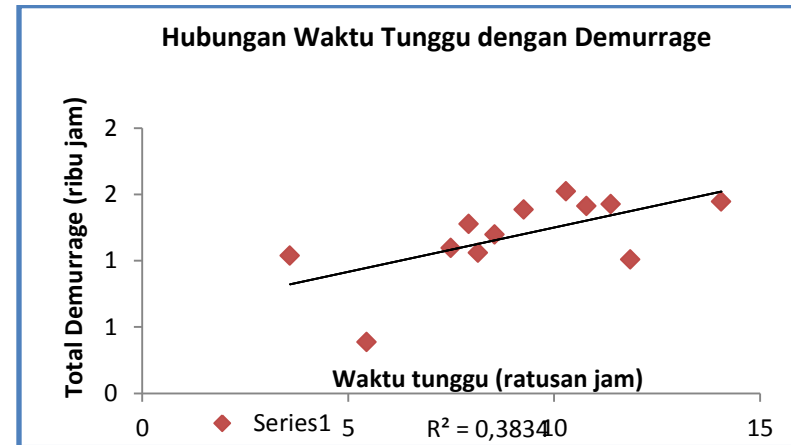
B. HUBUNGAN WAKTU TUNGGU DENGAN DEMURRAGE KLUSTER2 MODEL EKSISTING



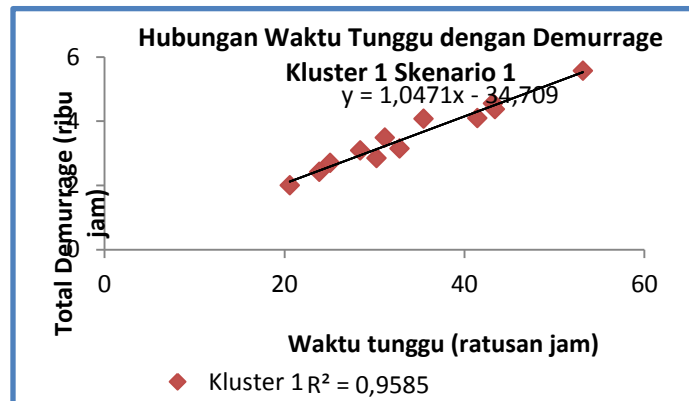
C. HUBUNGAN WAKTU TUNGGU DENGAN DEMURRAGE KLUSTER 1 MODEL EKSISTING



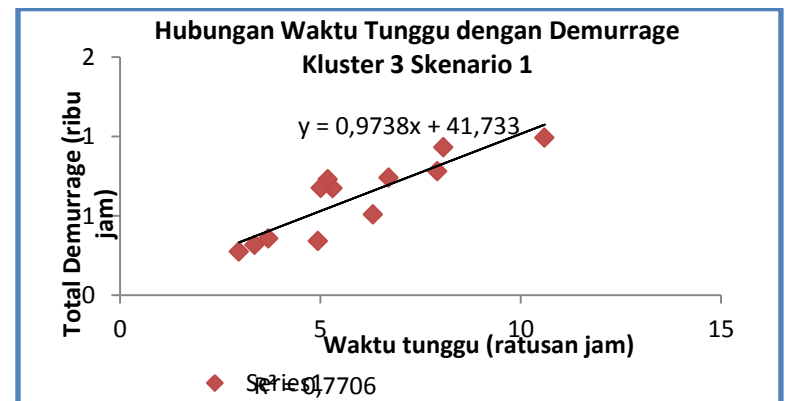
D. HUBUNGAN WAKTU TUNGGU DENGAN DEMURRAGE KLUSTER 1 MODEL EKSISTING



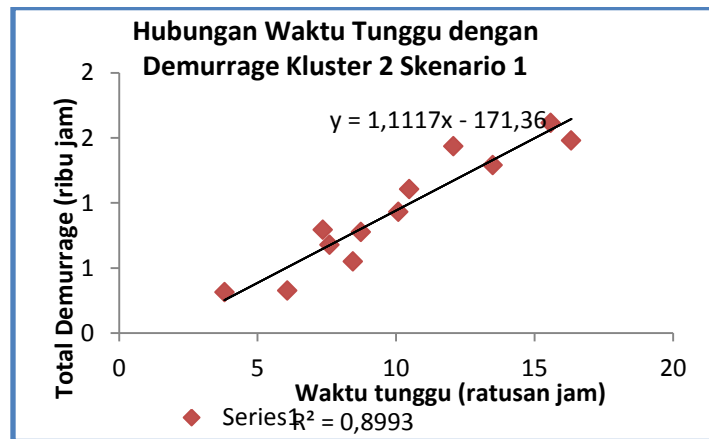
E. HUBUNGAN WAKTU TUNGGU DENGAN DEMURRAGE KLUSTER 1 SKENARIO 1



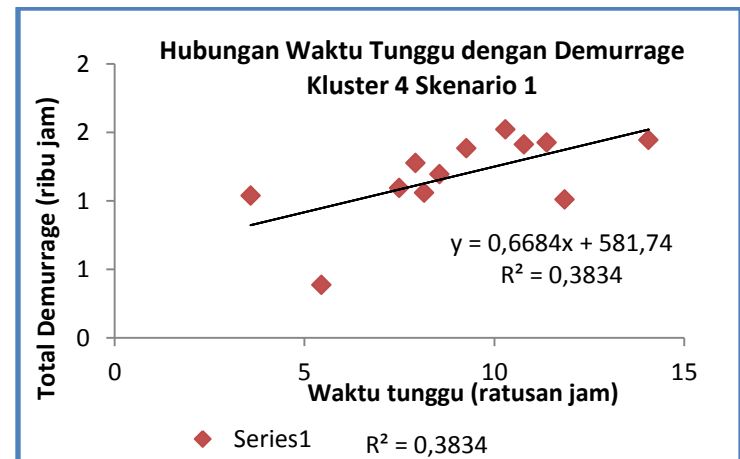
G. HUBUNGAN WAKTU TUNGGU DENGAN DEMURRAGE KLUSTER 3 SKENARIO 1



F. HUBUNGAN WAKTU TUNGGU DENGAN DEMURRAGE KLUSTER 2 SKENARIO 1



H. HUBUNGAN WAKTU TUNGGU DENGAN DEMURRAGE KLUSTER 4 SKENARIO 1



LAMPIRAN 5 HASIL SIMULASI MODEL EKSISTING DALAM SETAHUN

HASIL SIMULASI PER DERMAGA SKENARIO 2

Bulan	JU2		JB		JS		JU1		TOTAL	
	WT (jam)	DEMURRAG E (jam)	WT (jam)	DEMURRAG E (jam)	WT (jam)	DEMURRAG E (jam)	WT (jam)	DEMURRAG E (jam)	WT (jam)	DEMURRAG E
1	520,84	209,41	19,50	-136,67	1216,04	1451,26	881,33	385,61	2637,71	1909,61
2	554,80	744,87	0,00	0,00	135,46	31,87	145,11	-246,52	835,38	530,22
3	288,24	199,67	0,00	-81,68	1422,98	1585,68	0,00	0,00	1711,22	1703,66
4	204,60	-17,56	2,83	20,08	53,90	157,81	0,00	0,00	261,32	160,33
5	1031,69	675,33	0,00	0,00	2579,61	2799,54	652,84	816,15	4264,15	4291,02
6	0,00	0,00	0,00	0,00	1710,45	1790,40	2793,09	4075,68	4503,54	5866,08
7	0,00	0,00	0,00	22,33	2768,22	2984,91	7547,97	8511,14	10316,19	11518,38
8	518,86	450,25	26,07	43,35	6721,04	6943,93	12157,41	13494,11	19423,38	20931,64
9	351,79	136,31	7,44	57,45	4633,85	4768,69	10957,82	11518,96	15950,91	16481,41
10	1023,49	13019,55	0,00	0,00	3728,03	3899,18	8116,88	9732,76	12868,40	26651,49
11	1251,19	1250,25	7,11	-24,85	4135,88	4355,58	8108,93	9564,59	13503,10	15145,58
12	877,55	836,56	0,00	0,00	2491,58	2619,93	1202,45	1023,48	4571,59	4479,97
	6623,06	17504,65	62,95	-99,98	31597,05	33388,79	52563,84	58875,96	90846,90	109669,40

HASIL SIMULASI PER DERMAGA KLUSTER 1 SKENARIO 2

Bulan	JU2		JB		JS		JU1		TOTAL	
	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE E (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)
1	476,06	438,44	0,00	0,00	1147,94	1179,86	220,18	-332,35	1844,18	1285,95
2	421,76	638,79	0,00	0,00	135,46	31,87	74,47	-256,47	631,69	414,19
3	281,92	176,94	0,00	-81,68	1331,74	1437,23	0,00	0,00	1613,66	1532,49
4	10,23	-147,55	0,00	0,00	33,66	73,78	0,00	0,00	43,89	-73,77
5	787,45	476,66	0,00	0,00	2337,72	2409,46	198,55	260,23	3323,71	3146,35
6	0,00	0,00	0,00	0,00	1337,35	1285,84	1470,17	1949,83	2807,52	3235,68
7	0,00	0,00	0,00	0,00	1770,28	1807,88	2824,15	3831,43	4594,43	5639,31
8	518,86	450,25	10,13	34,77	5602,81	5657,23	5077,67	5363,47	11209,48	11505,71
9	351,79	136,31	0,00	39,43	3106,95	3140,35	2902,62	3859,99	6361,36	7176,08
10	914,46	833,52	0,00	0,00	2384,47	2380,30	3881,72	4243,62	7180,64	7457,44
11	1251,19	1250,25	0,00	0,00	2649,10	2613,45	4920,61	5237,04	8820,90	9100,75
12	877,55	836,56	0,00	0,00	1596,55	1562,88	801,12	704,23	3275,23	3103,68
total	5891,26	5090,18	10,13	-7,48	23434,06	23580,14	22371,25	24861,02	51706,70	53523,86
rata-rata	490,94	424,18	0,84	-0,62	1952,84	1965,01	1864,27	2071,75	4308,89	4460,32

HASIL SIMULASI PER DERMAGA KLUSTER 2 SKENARIO 2

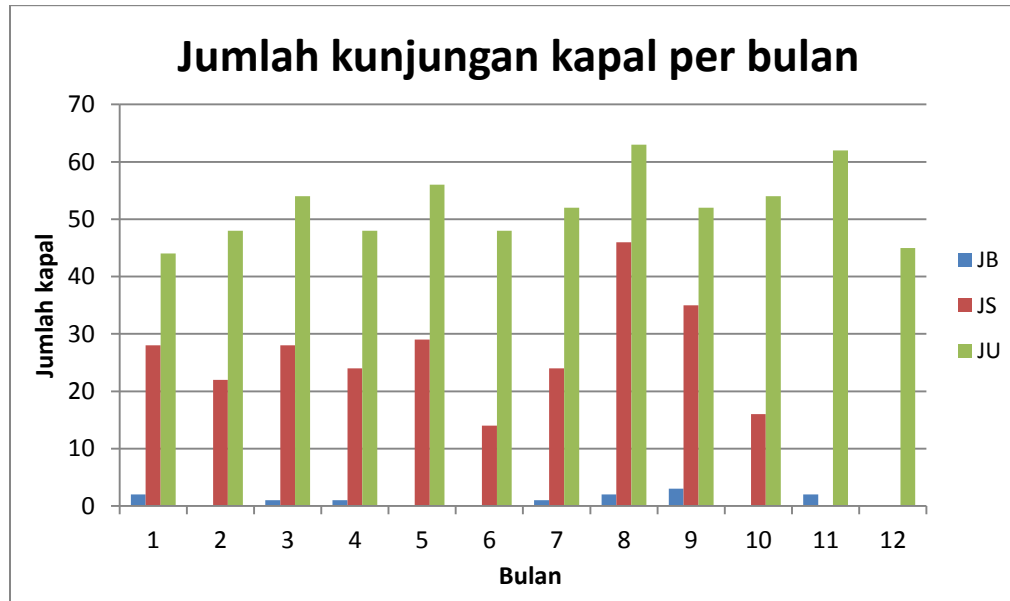
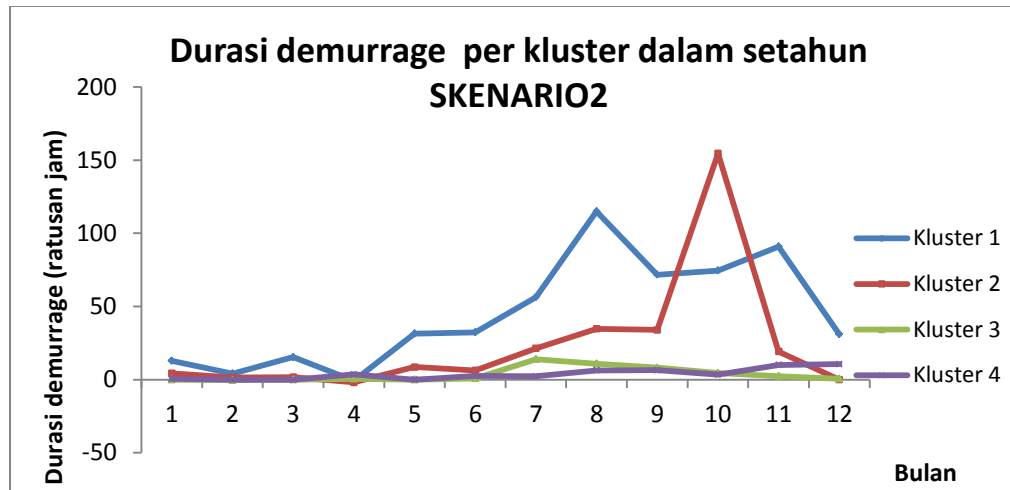
Bulan	JU2		JB		JS		JU1		TOTAL	
	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE E (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE
1	0,00	-167,42	0,00	0,00	16,38	103,59	358,81	497,56	375,19	433,73
2	133,05	139,72	0,00	0,00	0,00	0,00	70,64	9,95	203,69	149,68
3	6,32	22,73	0,00	0,00	91,23	148,45	0,00	0,00	97,55	171,18
4	0,00	-89,24	0,00	0,00	0,00	-100,99	0,00	0,00	0,00	-190,23
5	244,25	198,67	0,00	0,00	241,89	390,08	179,99	268,69	666,13	857,44
6	0,00	0,00	0,00	0,00	212,48	261,30	657,88	369,41	870,36	630,71
7	0,00	0,00	0,00	0,00	822,65	1004,23	1125,14	1140,07	1947,79	2144,29
8	0,00	0,00	0,00	0,00	581,21	558,99	3200,19	2915,51	3781,40	3474,49
9	0,00	0,00	0,00	0,00	586,50	668,86	3178,74	2731,90	3765,24	3400,75
10	109,03	12186,03	0,00	0,00	1051,21	1177,93	2445,59	2100,19	3605,83	15464,14
11	0,00	0,00	1,12	47,37	532,42	664,41	1181,08	1214,12	1714,61	1925,90
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	492,65	12290,48	1,12	47,37	4135,98	4876,85	12398,05	11247,39	17027,80	28462,09
rata-rata	41,05	1024,21	0,09	3,95	344,66	406,40	1033,17	937,28	1418,98	2371,84

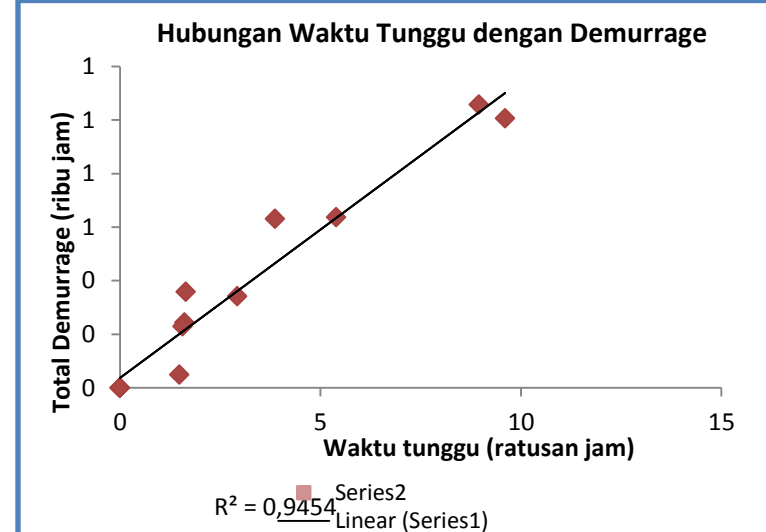
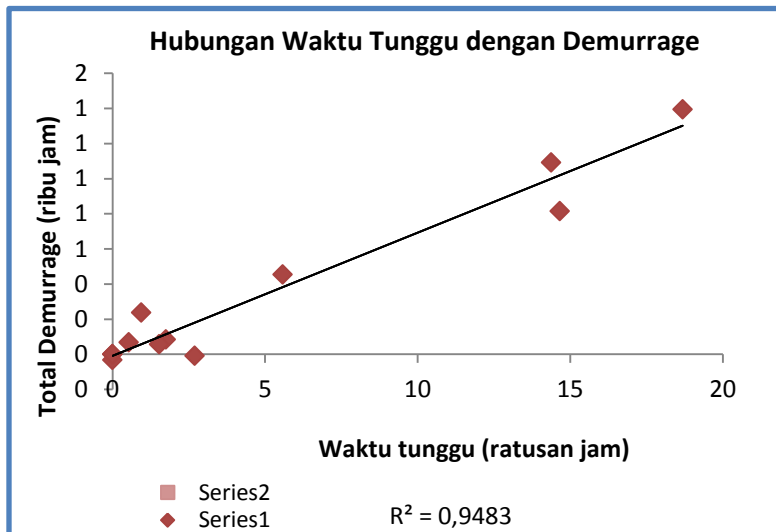
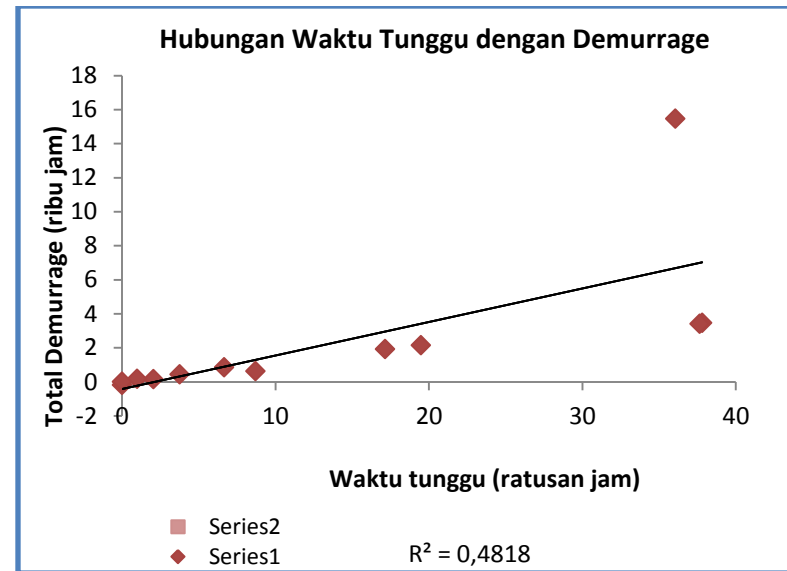
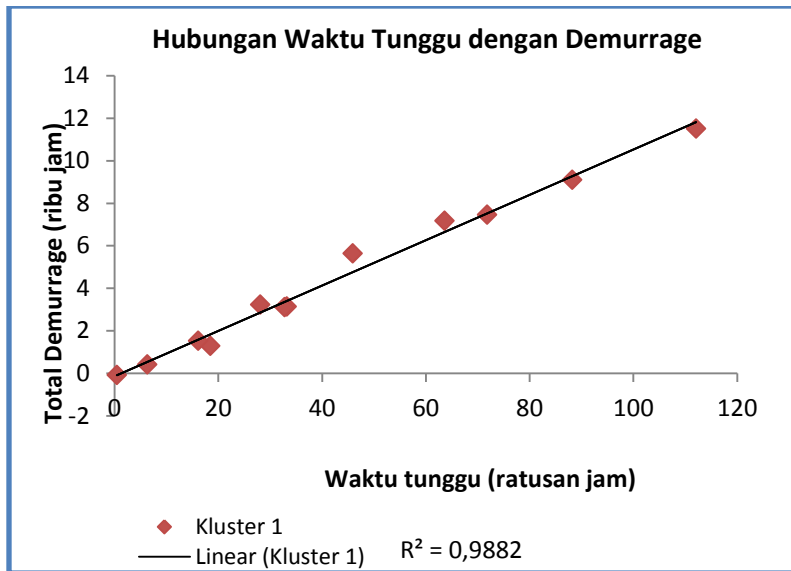
HASIL SIMULASI PER DERMAGA KLUSTER 3 SKENARIO 2

Bulan	JU2		JB		JS		JU1		TOTAL	
	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAG E (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE
1	44,78	-61,61	19,50	-49,21	0,00	31,43	205,54	70,87	269,81	-8,52
2	0,00	-33,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-33,64
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	50,31	46,22	2,83	20,08	0,00	0,00	0,00	0,00	53,13	66,30
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	174,68	84,07	174,68	84,07
7	0,00	0,00	0,00	0,00	19,10	-33,52	1849,23	1426,39	1868,33	1392,87
8	0,00	0,00	15,94	8,59	150,29	97,46	1271,78	985,42	1438,01	1091,47
9	0,00	0,00	7,44	18,02	400,89	323,56	1057,23	472,52	1465,56	814,09
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	557,88	453,39	557,88	453,39
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	94,72	235,85	94,72	235,85
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	153,03	57,08	153,03	57,08
	95,08	-49,03	45,71	-2,53	570,28	418,93	5364,09	3785,61	6075,16	4152,98
rata-rata	7,92	-4,09	3,81	-0,21	47,52	34,91	447,01	315,47	506,26	346,08

HASIL SIMULASI PER DERMAGA KLUSTER 4 SKENARIO 2

Bulan	JU2		JB		JS		JU1		TOTAL	
	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAG E (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE
1	0,00	0,00	0,00	-87,45	51,73	136,37	96,80	0,00	148,53	48,91
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	144,06	173,01	0,00	0,00	20,24	185,02	0,00	0,00	164,30	358,03
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	160,62	243,27	0,00	0,00	160,62	243,27
7	0,00	0,00	0,00	22,33	156,19	206,32	0,00	0,00	156,19	228,65
8	0,00	0,00	0,00	0,00	386,73	630,26	0,00	0,00	386,73	630,26
9	0,00	0,00	0,00	0,00	539,50	635,93	0,00	0,00	539,50	635,93
10	0,00	0,00	0,00	0,00	292,35	340,95	0,00	0,00	292,35	340,95
11	0,00	0,00	5,99	-72,22	954,35	1077,72	0,00	0,00	960,34	1005,50
12	0,00	0,00	0,00	0,00	895,03	1057,05	0,00	0,00	895,03	1057,05
	144,06	173,01	5,99	-137,34	3456,74	4512,87	96,80	0,00	3703,59	4548,54
rata-rata	12,01	14,42	0,50	-11,45	288,06	376,07	8,07	0,00	308,63	379,04





LAMPIRAN 6 HASIL SIMULASI SKENARIO 3 DALAM SETAHUN

HASIL SIMULASI PER DERMAGA SKENARIO 3

Bulan	JU2		JB		JS		JU1		TOTAL	
	WT (jam)	DEMURRAG E (jam)	WT (jam)	DEMURRAG E (jam)	WT (jam)	DEMURRAG E (jam)	WT (jam)	DEMURRAG E (jam)	WT (jam)	DEMURRAG E
1	72,67	-224,96	70,69	26,85	161,60	914,16	622,05	1059,66	927,01	1775,71
2	243,07	172,87	58,30	216,04	830,14	1110,45	788,31	1107,74	1919,81	2607,10
3	48,83	150,58	58,19	112,89	378,47	978,88	460,99	874,39	946,48	2116,75
4	133,33	83,76	34,82	127,33	473,85	975,47	441,86	457,42	1083,85	1643,98
5	0,78	20,73	34,16	91,71	15,19	318,76	60,95	190,66	111,07	621,86
6	406,14	378,43	41,37	125,29	1060,17	1578,63	1104,48	1108,80	2612,17	3191,14
7	0,00	0,00	34,48	201,53	658,65	1030,45	184,33	-148,77	877,46	1083,21
8	0,00	0,00	88,09	-75,19	483,81	909,12	254,43	603,46	826,32	1437,39
9	0,00	0,00	49,39	153,87	232,76	593,31	441,67	224,59	723,81	971,77
10	0,00	0,00	143,20	153,52	0,00	0,00	391,89	170,17	535,10	323,70
11	0,00	0,00	657,90	557,36	0,00	0,00	4689,61	4951,22	5347,50	5508,58
12	147,51	8018,44	25,61	83,40	0,00	0,00	1473,24	1325,47	1646,36	9427,31
TOTAL	1052,32	8599,84	1296,19	1774,60	4294,63	8409,24	10913,80	11924,83	17556,94	30708,50

JUMLAH KUNJUNGAN KAPAL DALAM SETAHUN

Bulan	JU2	JB	JS	JU1	JU	total
1	22	6	42	21	43	91
2	8	4	28	24	32	64
3	11	4	44	23	34	82
4	9	3	40	17	26	69
5	12	6	38	9	21	65
6	6	5	31	28	34	70
7	0	3	43	13	13	59
8	0	8	0	23	23	31
9	0	8	0	28	28	36
10	0	8	0	24	24	32
11	0	4	0	41	41	45
12	3	4	0	30	33	37
Total	71	63	266	281	352	681

HASIL SIMULASI PER DERMAGA KLUSTER 1 SKENARIO 3

Bulan	JU2		JB		JS		JU1		TOTAL	
	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE
1	62,47	-225,26	0,00	3,33	66,99	154,37	137,35	129,48	266,81	61,93
2	243,07	172,87	27,17	-8,27	372,54	407,54	243,54	99,31	886,32	671,45
3	48,83	150,58	0,00	0,00	219,67	133,40	186,08	595,79	454,57	879,77
4	133,33	153,50	0,00	0,00	221,59	307,19	124,16	83,96	479,07	544,64
5	0,78	20,73	11,02	179,58	0,00	-140,22	20,59	141,05	32,39	201,13
6	406,14	378,43	18,59	103,63	229,67	259,78	477,30	592,51	1131,70	1334,35
7	0,00	0,00	4,83	-38,54	406,71	430,10	87,73	99,69	499,27	491,25
8	0,00	0,00	67,64	23,71	373,26	495,72	32,98	109,60	473,88	629,03
9	0,00	0,00	26,06	83,57	131,12	107,74	210,41	263,74	367,59	455,05
10	0,00	0,00	70,89	18,48	110,20	247,83	72,97	9,36	254,05	275,66
11	0,00	0,00	625,19	663,23	717,79	650,02	2919,62	2948,30	4262,60	4261,54
12	147,51	101,29	0,00	0,00	225,31	247,56	404,27	506,62	777,09	855,47
TOTAL	1042,12	752,13	851,39	1028,73	3074,87	3301,01	4917,00	5579,41	9885,37	10661,28
rata-rata	86,84	62,68	70,95	85,73	256,24	275,08	409,75	464,95	823,78	888,44

HASIL SIMULASI PER DERMAGA KLUSTER 2 SKENARIO 3

Bulan	JU2		JB		JS		JU1		TOTAL	
	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE
1	0,00	-121,41	20,06	31,76	46,69	219,85	98,39	-104,54	165,14	25,66
2	0,00	0,00	24,62	54,00	204,55	269,96	244,07	223,03	473,24	546,98
3	0,00	0,00	1,35	21,94	94,04	387,89	28,84	-19,39	124,23	390,45
4	0,00	-69,74	5,90	24,40	88,86	184,62	202,40	268,97	297,16	408,25
5	0,00	0,00	5,10	-141,82	0,00	82,52	22,67	7,83	27,77	-51,47
6	0,00	0,00	1,10	-20,01	478,49	607,95	218,22	173,55	697,81	761,49
7	0,00	0,00	0,00	0,00	20,99	201,81	12,05	-150,92	33,04	50,89
8	0,00	0,00	6,80	32,30	36,22	164,35	38,29	-260,67	81,31	-64,01
9	0,00	0,00	0,00	0,00	94,95	306,15	83,76	-240,74	178,71	65,41
10	0,00	0,00	10,61	-13,56	112,60	314,46	132,36	-50,20	255,57	250,70
11	0,00	0,00	0,00	0,00	369,88	471,12	974,07	697,03	1343,95	1168,15
12	0,00	7917,15	10,78	-21,59	73,88	95,63	132,56	121,00	217,23	8112,18
TOTAL	0,00	7726,00	86,31	-32,58	1621,14	3306,32	2187,70	664,95	3895,16	11664,68
rata-rata	0,00	643,83	7,19	-2,72	135,10	275,53	182,31	55,41	324,60	972,06

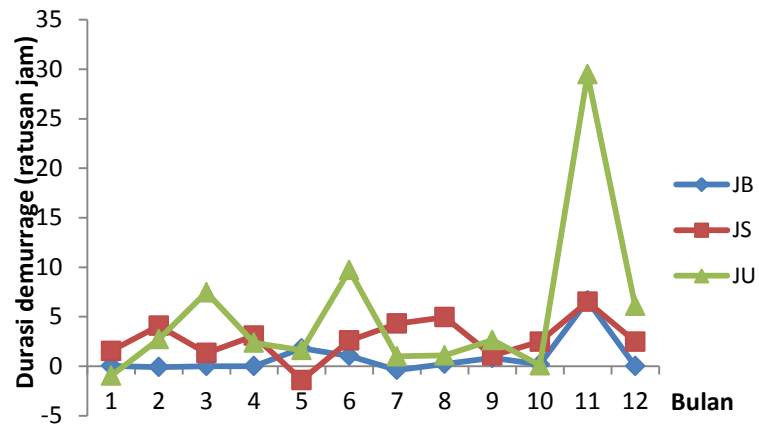
HASIL SIMULASI PER DERMAGA KLUSTER 3 SKENARIO 3

Bulan	JU2		JB		JS		JU1		TOTAL	
	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE
1	0,00	-83,65	31,92	-86,56	24,68	253,53	97,58	217,02	154,18	300,34
2	0,00	0,00	0,00	0,00	11,79	106,69	141,87	208,22	153,66	314,91
3	0,00	0,00	5,18	-14,05	36,32	192,76	59,46	98,03	100,96	276,75
4	0,00	0,00	0,00	0,00	21,43	24,88	13,65	49,75	35,08	74,63
5	0,00	0,00	0,00	0,00	15,05	128,71	0,00	0,00	15,05	128,71
6	0,00	0,00	1,39	-26,63	73,58	174,74	192,99	132,19	267,96	280,29
7	0,00	0,00	0,00	0,00	62,73	55,97	0,00	-125,81	62,73	-69,84
8	0,00	0,00	13,24	-94,87	0,00	15,74	22,41	152,67	35,65	73,54
9	0,00	0,00	0,00	0,00	29,29	232,31	10,75	55,53	40,05	287,85
10	0,00	0,00	45,55	73,30	1,83	57,20	36,10	-245,77	83,49	-115,26
11	0,00	0,00	0,00	0,00	12,61	37,55	539,20	546,20	551,81	583,76
12	0,00	0,00	12,83	51,93	25,00	0,11	541,01	552,64	578,84	604,68
TOTAL	0,00	-83,65	110,12	-96,87	314,31	1280,20	1655,02	1640,68	2079,45	2740,36
rata-rata	0,00	-6,97	9,18	-8,07	26,19	106,68	137,92	136,72	173,29	228,36

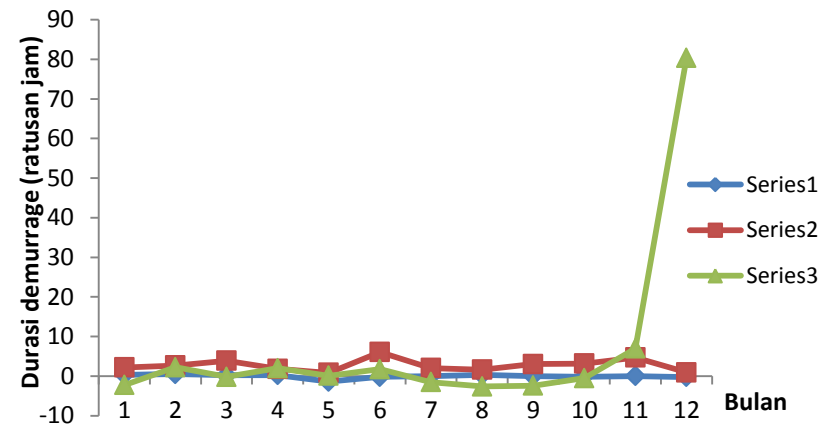
HASIL SIMULASI PER DERMAGA KLUSTER 4 SKENARIO 3

Bulan	JU2		JB		JS		JU1		TOTAL	
	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE (jam)	WT (jam)	DEMURRAGE
1	10,20	205,36	18,71	78,31	23,24	286,40	288,72	817,71	340,88	1387,79
2	0,00	0,00	6,51	170,30	241,25	326,27	158,82	577,19	406,59	1073,76
3	0,00	0,00	51,66	104,99	28,44	264,82	186,61	199,96	266,71	569,78
4	0,00	0,00	28,92	102,94	141,97	458,78	101,65	54,74	272,54	616,46
5	0,00	0,00	18,04	53,96	0,14	247,75	17,68	41,79	35,87	343,50
6	0,00	0,00	20,29	68,30	278,43	536,16	215,98	210,54	514,70	815,00
7	0,00	0,00	29,65	240,07	168,23	342,57	84,55	28,27	282,43	610,91
8	0,00	0,00	0,41	-36,34	74,33	233,31	160,75	601,85	235,49	798,83
9	0,00	0,00	23,33	70,30	20,39	323,18	136,74	146,05	180,46	539,53
10	0,00	0,00	16,15	75,31	38,75	442,93	150,46	456,78	205,37	975,02
11	0,00	0,00	32,70	-105,87	23,75	166,53	256,71	759,69	313,17	820,35
12	0,00	0,00	0,00	0,00	620,14	733,21	395,39	145,21	1015,54	878,42
TOTAL	10,20	205,36	246,38	822,27	1659,06	4361,92	2154,08	4039,79	4069,72	9429,34
rata-rata	0,85	17,11	20,53	68,52	138,25	363,49	179,51	336,65	339,14	785,78

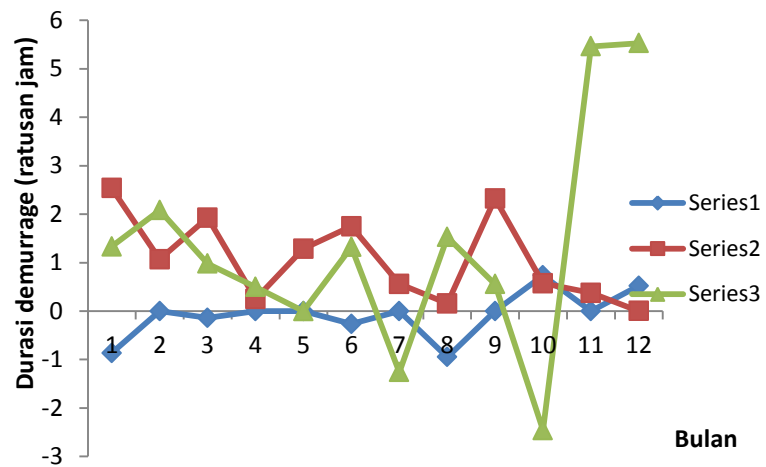
Durasi demurrage Kluster 1 Skenario3



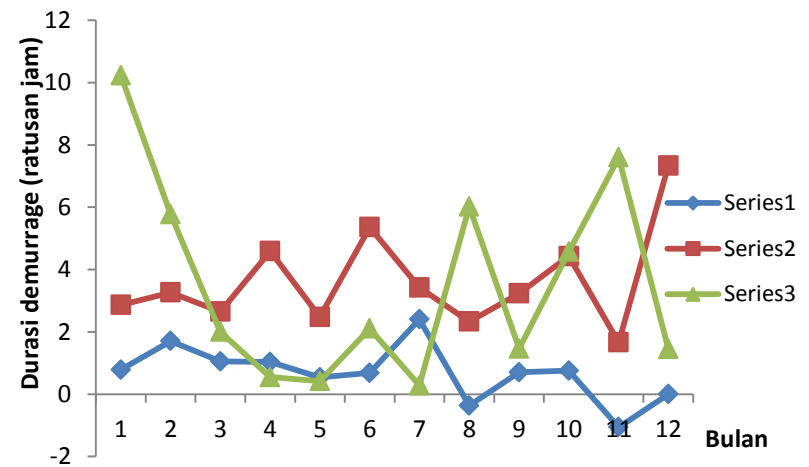
Durasi demurrage kluster 2 Skenario3



Durasi demurrage kluster 3 Skenario3



Durasi demurrage kluster 4 Skenario3

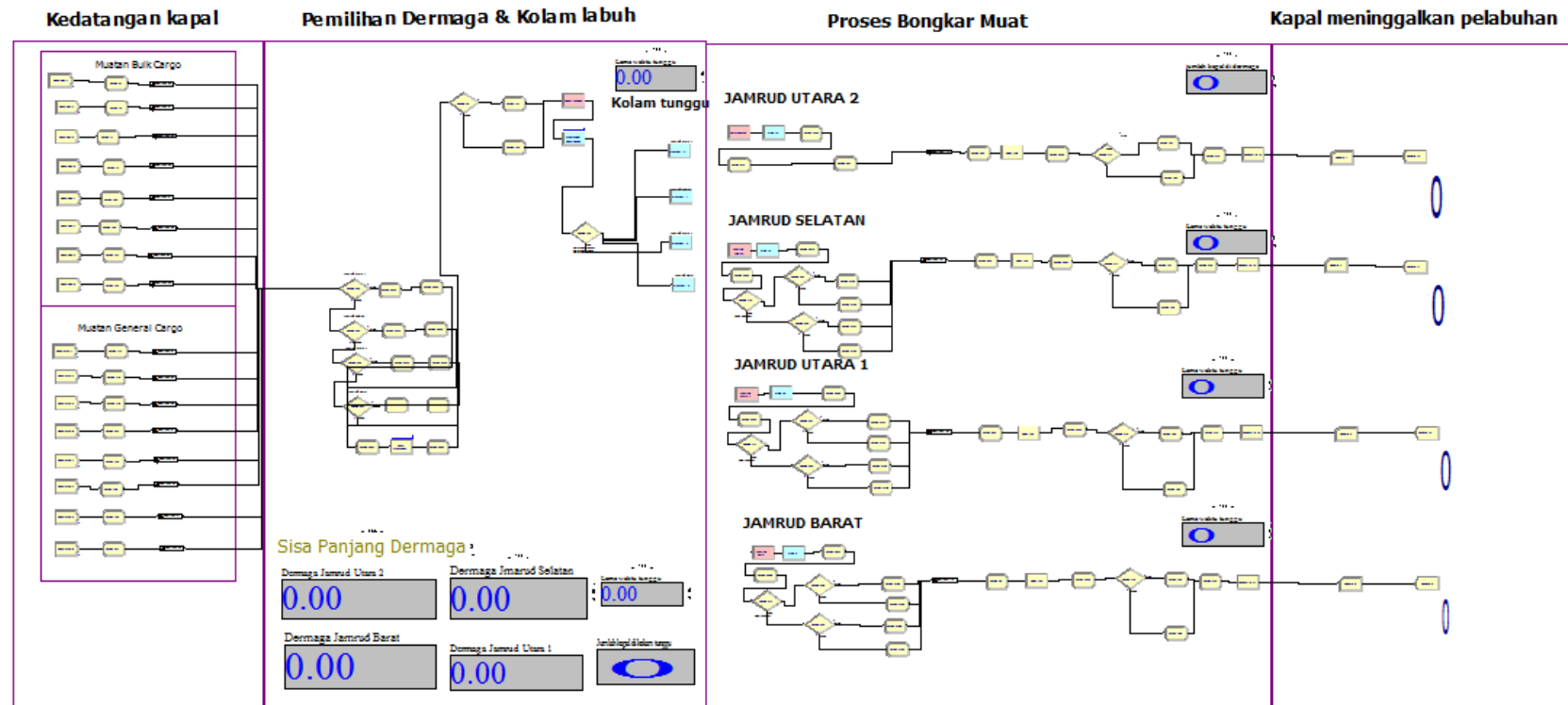


LAMPIRAN 7 HASIL SIMULASI MODEL EKSISTING, SKENARIO 1, SKENARIO 2, DAN SKENARIO 3

Bulan	Simulasi Eksisting		Skenario1		Skenario2		Skenario3	
	WT	Demurrage	WT	Demurrage	WT	Demurrage	WT	Demurrage
1	3812,97	4196,42	2423,70	2168,92	2637,71	1909,61	927,01	1919,81
2	6637,68	6886,64	2729,44	3936,99	835,38	530,22	1919,81	946,48
3	4227,21	4509,96	6096,46	6875,24	1711,22	1703,66	946,48	1083,85
4	4717,42	5146,64	5009,24	6483,42	261,32	160,33	1083,85	111,07
5	6250,13	6064,61	6865,20	7815,55	4264,15	4291,02	111,07	2612,17
6	3681,32	3899,29	5736,25	7094,17	4503,54	5866,08	2612,17	877,46
7	2817,46	3098,40	5873,90	6859,31	10316,19	11518,38	877,46	826,32
8	3760,32	3901,24	7831,27	9002,01	19423,38	20931,64	826,32	723,81
9	1267,32	1318,52	6104,06	6106,33	15950,91	16481,41	723,81	535,10
10	518,76	329,09	12026,77	19238,11	12868,40	26651,49	535,10	5347,50
11	390,70	393,54	13503,10	15164,06	13503,10	15145,58	5347,50	1646,36
12	334,72	227,35	4571,59	4479,97	4571,59	4479,97	1646,36	17556,94
Total	38416,00	39971,72	78770,99	95224,07	90846,90	109669,40	17556,94	34186,88
Rata-rata	3201,33	3330,98	6564,25	7935,34	7570,57	9139,12	1463,08	2848,91

Selisih														
Skenario1 (jam)			Skenario1 (%)		Skenario2 (jam)			Skenario2 (%)		Skenario3 (jam)		Skenario3 (%)		
WT	Demurrage		WT	Demurrage	WT	Demurrage	WT	Demurrage	WT	Demurrage	WT	Demurrage		
▼	1389,27	2027,50	0,36	0,48	▼	1175,25	2027,50	0,31	0,54	▼	2885,96	2276,61	0,64	0,52
▼	3908,24	2949,66	0,59	0,43	▼	5802,30	2949,66	0,87	0,92	▼	4717,87	5940,17	0,41	0,57
▲	-1869,26	-2365,28	-0,44	-0,52	▼	2515,99	-2365,28	0,60	0,62	▼	3280,73	3426,10	1,44	1,52
▲	-291,82	-1336,78	-0,06	-0,26	▼	4456,10	-1336,78	0,94	0,97	▼	3633,57	5035,57	1,06	1,26
▲	-615,07	-1750,94	-0,10	-0,29	▼	1985,98	-1750,94	0,32	0,29	▼	6139,06	3452,45	1,10	1,29
▲	-2054,93	-3194,88	-0,56	-0,82	▲	-822,22	-3194,88	-0,22	-0,50	▼	1069,15	3021,83	1,56	1,82
▲	-3056,44	-3760,91	-1,08	-1,21	▲	-7498,73	-3760,91	-2,66	-2,72	▼	1940,00	2272,08	2,08	2,21
▲	-4070,95	-5100,77	-1,08	-1,31	▲	-15663,05	-5100,77	-4,17	-4,37	▼	2934,00	3177,42	2,08	2,31
▲	-4836,74	-4787,80	-3,82	-3,63	▲	-14683,59	-4787,80	-11,59	-11,50	▼	543,51	783,43	4,82	4,63
▲#####	-18909,02		-22,18	-57,46	▲	-12349,65	-18909,02	-23,81	-79,98	▲	-16,34	-5018,41	23,18	58,46
▲#####	-14770,51		-33,56	-37,53	▲	-13112,40	-14770,51	-33,56	-37,49	▲	-4956,80	-1252,81	34,56	38,53
▲	-4236,87	-4252,62	-12,66	-18,70	▲	-4236,87	-4252,62	-12,66	-18,70	▲	-1311,64	-17329,59	13,66	19,70
▲#####	-55252,35		-74,59	-120,83	▲	-52430,90	-55252,35	-85,62	-151,91	▼	20859,06	5784,84	86,59	132,83
▲	-3362,92	-4604,36	-6,22	-10,07	▲	-4369,24	-4604,36	-7,14	-12,66	▼	1738,25	482,07	7,22	11,07

LAMPIRAN 8 MODEL SIMULASI DI ARENA





Penulis dilahirkan di Bojonegoro, 6 Juli 1994. Anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Kusnan dan Maisaroh. Riwayat pendidikan formal penulis dimulai dari TK Kemala Bhayangkari (1999-2000), SDN Sugihwaras II (2000-2006), SMPN1 Sugihwaras (2006-2009), SMAN 1 Sugihwaras (2009-2012). Tahun 2012 penulis diterima di Departemen Teknik Transportasi Laut, Fakultas Teknik Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember melalui jalur Bidikmisi SNMPTN Undangan. Penulis pernah aktif di berbagai organisasi yang ada di kampus, diantaranya sebagai 4 tahun anggota aktif UKM Pranmuka ITS (Gugus depan Surabaya 610), pada tahun kedua menjabat sebagai Sekretaris Putri dan tahun ketiga menjabat sebagai Pemangku Adat Putri. Penulis juga aktif di organisasi jurusan yaitu Himpunan Mahasiswa Transportasi Laut sebagai Staf Departemen Keproesian dan Keilmiahan (2013-2014) dan Ketua Divisi Keilmiahan (2014-2015), selain itu penulis juga aktif di Lembaga Dakwah As-Safiinah Jurusan Teknik Perkapalan dan Transportasi Laut. Penulis memiliki pengalaman Kerja Praktek di Direksi Usaha Pelabuhan PT. ASDP Indonesia Ferry Persero dan di PT. BJTI (Berlian Jasa Terminal Indonesia) Divisi Operasi Kapal.